

# Trabajo Fin de Máster

## Máster Universitario en Ingeniería Industrial

### Análisis de Situaciones Futuras de Generación y Consumo en el Mercado Diario de Producción de Energía Eléctrica en España

Autor: Gonzalo Santa-María  
Cortés

**Dpto. Ingeniería Eléctrica**  
**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**  
**Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2019





Trabajo Fin de Máster  
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

# **Análisis de Situaciones Futuras de Generación y Consumo en el Mercado Diario de Producción de Energía Eléctrica en España**

Autor:

Gonzalo Santa-María Cortés

Tutor:

Ángel Luis Trigo García

Profesor titular

Dpto. Ingeniería Eléctrica

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019

Trabajo Fin de Máster: Análisis de Situaciones Futuras de Generación y Consumo en el Mercado  
Diario de Producción de Energía Eléctrica en España

Autor: Gonzalo Santa-María Cortés

Tutor: Ángel Luis Trigo García

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal



En este trabajo se aborda el estudio de posibles situaciones futuras del panorama eléctrico de España en el Mercado Diario de la energía eléctrica. Para la recreación de las distintas casuísticas de estudio posibles se ha hecho uso de un software de programación llamado MATLAB y de un programa de casación de casación del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la US llamado GEMS que simula al original de casación EUPHEMIA.

Las situaciones futuras estudiadas son las siguientes:

- Impacto del autoconsumo instantáneo.
- Impacto del autoconsumo con almacenamiento de energía eléctrica.
- Impacto del desplazamiento de carga.
- Impacto del desplazamiento de carga y autoconsumo instantáneo.



Possible future situations in the short and medium terms are addressed in this paper. To recreate the different study situations, it has been used of a programming software named MATLAB and a bidding program property of the Electrical Engineering Department (University of Seville) called GEMS that simulates the official bidding program EUPHEMIA.

The different future situations studied are the following:

- Impact of the instant self-consumption.
- Impact of self-consumption with energy storage.
- Impact of load shifting.
- Impact of load shifting and instant self-consumption.



# Índice

---

<b>Resumen</b>	<b>v</b>
<b>Abstract</b>	<b>vii</b>
<b>Índice</b>	<b>ix</b>
<b>Índice de Tablas</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de Ilustraciones</b>	<b>xiii</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>17</b>
<b>2 Estado del arte</b>	<b>19</b>
<b>3 Mercado Ibérico de Electricidad</b>	<b>21</b>
3.1 Estructura del MIBEL	22
3.2 Sujetos y Agentes del Mercado Ibérico	23
3.3 Secuencia de desarrollo del mercado	24
3.4 Mercado Diario	26
3.4.1 Presentación de ofertas al Mercado Diario	27
3.4.2 Proceso de casación del Mercado Diario. EUPHEMIA.	30
3.4.3 Liquidación	33
<b>4 Efecto del autoconsumo y desplazamiento de carga en mercado diario de la electricidad</b>	<b>35</b>
4.1 Autoconsumo	35
4.2 Desplazamiento de carga	40
<b>5 Implementación</b>	<b>45</b>
5.1 Datos de partida	46
5.1.1 Caso Base	46
5.1.2 Autoconsumo	49
5.2 Metodología	50
5.2.1 Caso Base	50
5.2.2 Escenarios autoconsumo	55
5.2.3 Escenarios desplazamiento de carga	59

5.2.4	Escenarios de desplazamiento de carga con autoconsumo	61
5.2.5	Preparación de resultados para su análisis	63
<b>6</b>	<b>Resultados</b>	<b>65</b>
6.1	<i>Autoconsumo</i>	65
6.2	<i>Desplazamiento de carga</i>	82
6.3	<i>Desplazamiento de carga con autoconsumo</i>	90
<b>7</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>97</b>
	<b>Referencias</b>	<b>99</b>
	<b>Anexos</b>	<b>103</b>
	<i>Anexo A</i>	103
	<i>Anexo B</i>	116
	<i>Anexo C</i>	125
	<i>Anexo D</i>	133
	<i>Anexo E</i>	136
	<i>Anexo F</i>	140

# ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 5-1 - Descripción ficheros CAB (fuente: OMIE) .....	47
Tabla 5-2 - Descripción ficheros DET (fuente: OMIE).....	47
Tabla 5-3 - Descripción de ficheros capacidad_inter_pbc (Fuente: OMIE).....	48
Tabla 5-4 - Descripción de ficheros marginal_pdbc (Fuente: OMIE).....	48
Tabla 5-5 - Descripción fichero curva_pbc (Fuente: OMIE).....	49
Tabla 5-6 - Resultados comparativa Welfare.....	55





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

---

Ilustración 2-1 - Evolución de la Potencia PV en California (Fuente: Gov. of California).....	20
Ilustración 3-1 – Organización institucional del MIBEL. (Fuente: OMIE).....	22
Ilustración 3-2 - Visión funcional del MIBEL. (Fuente: OMIP).....	23
Ilustración 3-3 - Secuencias del Mercado Diario e Intradiario. (Fuente: OMIE) .....	26
Ilustración 3-4 - Energía negociada en los mercados diario e intradiarios. (Fuente: OMIE) .....	27
Ilustración 3-5 - Usuarios y miembros de PCR (Fuente: PCR).....	31
Ilustración 3-6 - Welfare (Fuente: Energynews) .....	32
Ilustración 3-7 - Diagrama de flujo simplificado de EUPHEMIA (Fuente: PCR) .....	33
Ilustración 4-1 - Curva tipo generación PV (Datos: PVGIS) .....	36
Ilustración 4-2 - Curva tipo consumo residencial. (Datos: REE) .....	37
Ilustración 4-3 - Efecto del autoconsumo (Fuente: Elaboración propia).....	37
Ilustración 4-4 - Efecto del decremento de energía (Fuente: J.M. Roldán Fdez. et al) .....	38
Ilustración 4-5 - Excedencia de generación (Fuente: Elaboración propia).....	39
Ilustración 4-6 - Curva tipo de excedencia de generación más almacenamiento .....	40
Ilustración 4-7 - Tarifas de acceso (Fuente: Endesa).....	41
Ilustración 4-8 - Discriminación horaria 2.0DHA y 2.0DHS .....	41
Ilustración 4-9 - Precio de la energía según tarifa de acceso (19/06/2017) (Fuente: REE).....	42
Ilustración 4-10 - Efecto del desplazamiento de carga en curvas de casación (Fuente: J.M. Roldán Fdez. et al.) .....	43
Ilustración 4-11 - Curvas del MD 13/04/2017 (Horas 4 y 20) (Fuente: OMIE).....	43
Ilustración 5-1 - Diagrama de flujo simple de la implementación del estudio .....	45
Ilustración 5-2 - Captura de la web de REE para descargar perfiles de consumo (Fuente: REE) .....	50
Ilustración 5-3 - Diagrama de flujo de creación de escenarios de autoconsumo.....	55
Ilustración 5-4 - Perfiles promedio estacionales.....	56
Ilustración 5-5 - Perfil estacional de generación PV .....	57
Ilustración 5-6 - Perfil de consumo resultante de autoconsumo y almacenamiento.....	58
Ilustración 5-7 - Diagrama de flujo de creación de escenarios de desplazamiento de carga.....	59
Ilustración 5-8 - Desplazamiento de carga (Fuente: REE) .....	60
Ilustración 5-9 - Diagrama de flujo de creación de escenarios.....	61
Ilustración 5-10 - Curva de consumo resultante de LS con AC.....	62
Ilustración 6-1 - Precio marginal horario en un día tipo de verano .....	65

Ilustración 6-2 - Precio marginal horario en un día tipo de primavera .....	66
Ilustración 6-3 - Precio marginal horario en un día tipo de otoño .....	66
Ilustración 6-4 - Precio marginal horario en un día tipo de invierno .....	67
Ilustración 6-5 – Evolución horaria de la energía negociada en un día tipo de primavera.....	68
Ilustración 6-6 - Evolución horaria de la energía negociada en un día tipo de verano .....	68
Ilustración 6-7 - Evolución horaria de la energía negociada en un día tipo de otoño.....	69
Ilustración 6-8 - Evolución horaria de la energía negociada en un día tipo de invierno .....	69
Ilustración 6-9 - Evolución mensual de los precios para cada uno de los escenarios.....	70
Ilustración 6-10 - Evolución mensual del decremento de precios marginales.....	70
Ilustración 6-11 - Evolución estacional de los precios marginales.....	71
Ilustración 6-12 - Evolución estacional del decremento de precios marginales .....	71
Ilustración 6-13 - Evolución del precio medio anual.....	72
Ilustración 6-14 - Evolución del decremento del precio medio anual .....	72
Ilustración 6-15 - Evolución del decremento porcentual del precio medio anual .....	73
Ilustración 6-16 – Evolución del decremento porcentual del precio medio anual en horas de generación .....	73
Ilustración 6-17 - Evolución del decremento porcentual del precio medio anual de autoconsumo con almacenamiento.....	74
Ilustración 6-18 - Evolución del decremento porcentual del precio medio anual en horas de generación para autoconsumo con almacenamiento .....	75
Ilustración 6-19 - Evolución del decremento porcentual del precio medio anual en horas de consumo del almacenamiento .....	75
Ilustración 6-20 - Evolución de la energía media mensual casada .....	76
Ilustración 6-21 - Evolución del decremento de la energía negociada media mensual.....	76
Ilustración 6-22 - Evolución de la energía media estacional casada .....	77
Ilustración 6-23 - Evolución del decremento de la energía media estacional negociada .....	77
Ilustración 6-24 - Evolución de la energía media anual negociada .....	78
Ilustración 6-25 - Evolución del decremento de la energía media anual negociada.....	78
Ilustración 6-26 - Evolución del decremento porcentual de energía media negociada .....	79
Ilustración 6-27 - Evolución del decremento porcentual de energía negociada media anual para el caso de autoconsumo con almacenamiento .....	79
Ilustración 6-28 - Evolución del decremento porcentual del ingreso medio para la generación ..	80
Ilustración 6-29 - Evolución del decremento porcentual del ingreso medio para la generación para autoconsumo con almacenamiento .....	80

Ilustración 6-30 - Media aritmética anual del ahorro que obtienen las comercializadoras .....	81
Ilustración 6-31 - Media aritmética anual del ahorro que obtienen las comercializadoras para los diferentes escenarios de autoconsumo con almacenamiento .....	81
Ilustración 6-32 - Evolución del precio horario marginal para los distintos escenarios el día 11/01/2017 .....	82
Ilustración 6-33 - Evolución de la energía horaria negociada para distintos escenarios el día 11/01/2017 .....	83
Ilustración 6-34 - Evolución de precios medios mensuales para distintos escenarios.....	83
Ilustración 6-35 - Diferencias de precios medios mensuales para distintos escenarios.....	84
Ilustración 6-36 - Evolución porcentual del precio medio anual.....	84
Ilustración 6-37 - Comparación de la evolución de diferencias de precios en horas valle y punta .....	85
Ilustración 6-38 - Evolución del incremento del precio medio anual.....	85
Ilustración 6-39 - Comparación de la evolución de diferencia de energía en punta y valle .....	86
Ilustración 6-40 - Evolución de la diferencia del precio medio ponderado mensual para los distintos escenarios .....	86
Ilustración 6-41 - Evolución del decremento del precio medio ponderado anual para los distintos escenarios .....	87
Ilustración 6-42 - Evolución del decremento porcentual del precio medio ponderado anual .....	87
Ilustración 6-43 - Evolución del decremento anual total de energía negociada .....	88
Ilustración 6-44 - Evolución del decremento porcentual de la energía media anual negociada...	88
Ilustración 6-45 - Evolución del decremento porcentual del ingreso económico para la generación. ....	89
Ilustración 6-46 - Ahorro del coste de adquisición depara comercializadoras .....	89
Ilustración 6-47 - Evolución horaria del precio marginal para un día tipo de primavera.....	90
Ilustración 6-48 - Evolución horaria del precio marginal para un día tipo de verano .....	91
Ilustración 6-49 - Evolución horaria del precio marginal para un día tipo de otoño .....	91
Ilustración 6-50 - Evolución horaria del precio marginal para un día tipo de invierno.....	92
Ilustración 6-51 - Evolución del precio medio mensual para los distintos escenarios .....	93
Ilustración 6-52 - Evolución del decremento medio mensual del precio marginal para los diferentes escenarios .....	93
Ilustración 6-53 - Evolución de los precios medios estacionales para los diferentes escenarios .	94
Ilustración 6-54 - Evolución del decremento de los precios medios estacionales para los distintos escenarios.....	94

Ilustración 6-55 - Evolución del decremento porcentual del precio media anual para los distintos escenarios .....	95
Ilustración 6-56 - Evolución del decremento porcentual de la energía negociada para los distintos escenarios .....	95
Ilustración 6-57 - Evolución porcentual del decremento del ingreso medio anual para generadoras para distintos escenarios .....	96
Ilustración 6-58 - Ahorro del coste de adquisición de energía para comercializadoras .....	96

# 1 INTRODUCCIÓN

---

El cambio climático, la gran evolución de las tecnologías de generación renovable y la reducción de costes, son algunos de los motivos por los cuales se comenzó una reforma de la normativa del sector eléctrico de España en julio 2013 con el Real Decreto-Ley 9/2013, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera de del sistema eléctrico.

Un importante hito, debido al impacto en la mayoría de los consumidores domésticos y pequeños consumidores, ha sido la aprobación del RD 216/2014, de 28 marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los Precios Voluntarios para el Pequeño Consumidor (PVPC) de energía eléctrica y su régimen jurídico de contratación, sustituyendo así a la Tarifa de Último Recurso (TUR). Para poder contratar este tipo de tarifa se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Tener disponible un contador inteligente conectado al sistema de telegestión, con el fin de conocer cuántos kWh se consumen en cada hora del día. En caso de no disponer con contaor inteligente, se aplica el perfil de un consumidor promedio creado por Red Eléctrica de España.
- Encontrarse conectado a baja tensión ( $V < 1 \text{ kV}$ ) y con un máximo de potencia contratada de 10 kW ( $P \leq 10 \text{ kW}$ ).

La tarifa regulada PVPC tiene un precio para el kWh de energía consumido diferente para cada hora y para cada día, el cual es calculado en base al precio horarios del mercado diario de la electricidad. De acuerdo al RD 216/2014 el operador del sistema, Red Eléctrica de España (REE), publica a las 20:15h los precios que se aplicarán a las 24 horas del día próximo.

Otro tema de relevancia en la regulación del sistema eléctrico fue la regulación de la posibilidad del autoconsumo. Tanto el inicio de la regulación de tal actividad con el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se describen las condiciones técnicas y económicas de las diferentes modalidades de autoconsumo mediante una serie de trabas y cargos al pequeño consumidor, como la publicación del Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre, en el que se simplifican los trámites burocráticos y técnicos para las instalaciones de autoconsumo, se reconoce el derecho al autoconsumo compartido, así como el derecho a autoconsumir energía eléctrica sin peajes ni cargos.

En España la potencia instalada registrada en instalaciones de autoconsumo, según IDAE, asciende a 1.196 MW, de los cuales 170MW corresponden a instalaciones de fuentes de energía renovables. Dentro del autoconsumo con energías renovables, destacan las aportaciones correspondientes al aprovechamiento energético del biogás, 127 MW, y a la energía solar fotovoltaica, 28MW.

El objetivo de este trabajo es preveer el impacto de las dos políticas energéticas aprobada en los últimos años, que afectan al mercado mayorista español de electricidad, mediante un análisis cualitativo y cuantitativo basándose en en las curvas de casación de de oferta y demanda del mercado ibérico diario de energía eléctrica del año 2017.

## 2 ESTADO DEL ARTE

---

El crecimiento de la concienciación social por el medio ambiente y el calentamiento global dio lugar al Protocolo de Kyoto en 1997, el cual ha sido reestructurando hasta su última versión en el acuerdo de París de 2015.

Según el estudio de REN 21 (*Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*) el mercado de la energía solar fotovoltaica ha experimentado un crecimiento histórico en el 2015 a nivel global, con un crecimiento de nueva capacidad del 25% con respecto al año anterior, lo que corresponde a 50GW, alcanzándose en 2015 una capacidad instalada de 227 GW. Esto muestra el interés de los gobiernos y empresas en el establecimiento de este tipo de sistemas, por lo que se espera que el mercado y las instalaciones crezca en los próximos años.

La normativa del autoconsumo en España hasta el Real Decreto-Ley 15/2018, ha sido, probablemente, de las más restrictivas del mundo. España era el único país que no contemplaba la retribución de la energía vertida a la red.

El desarrollo de las instalaciones de autoconsumo en Alemania se enmarca dentro del proyecto de transición energética (*Energiewende*) que el país está implementando desde el inicio de los años noventa. Este proceso de transformación del modelo energético ha permitido que la generación eléctrica renovable haya pasado a representar el 7% en 2001 al 33% en 2015. El verdadero impulso para el desarrollo del autoconsumo se produjo con la German Renewable Energy Act (GEE) del año 2000, que garantizaba la retribución fija por la energía vertida a la red y reconocía el derecho de cobro durante 20 años. Para autoconsumo ( $P < 10\text{kW}$ ) fue bastante sencillo: los propietarios de la instalación pueden consumir directamente la electricidad que generan sin pagar cargo alguno, además, vierten la energía que no utilizan y reciben un precio fijo por ella.

California es, con diferencia, el estado de EEUU que más está impulsando la fotovoltaica. En 2015, aproximadamente el 7% generada allí tuvo origen fotovoltaico, ya fuera en grandes centrales o en pequeñas instalaciones de generación distribuida. En la próxima imagen se puede observar que, a final de 2015 había casi 5.500 MW agregada en grandes plantas de producción y casi 3.500 MW de potencia agregada en pequeñas plantas funcionando en régimen de autoconsumo. Se puede ver que el despegue del autoconsumo comienza antes que el de las grandes plantas.

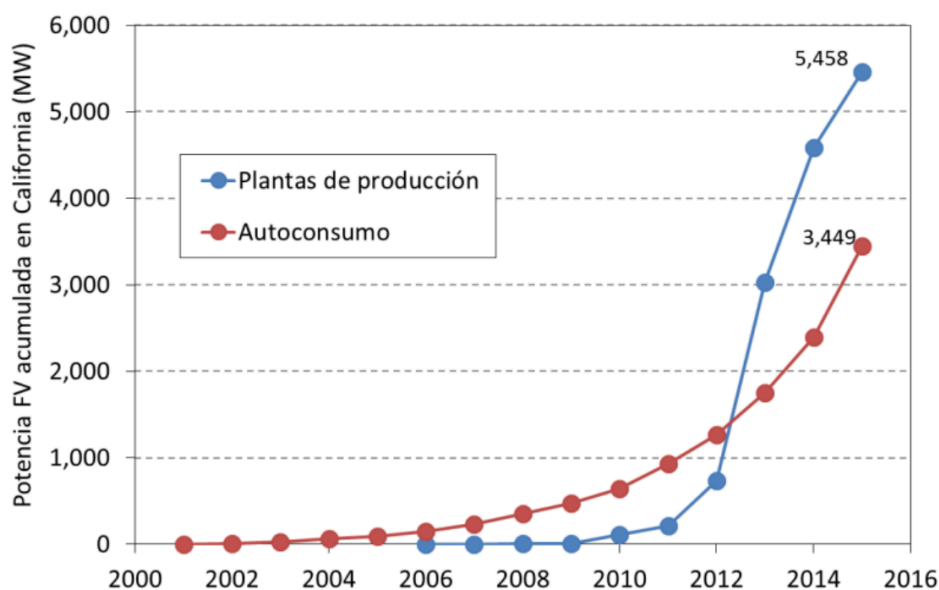


Ilustración 2-1 - Evolución de la Potencia PV en California (Fuente: Gov. of California)

Según la Directiva de Eficiencia Energética (EED, por sus siglas en inglés) considera que el efecto de la demanda anima a los consumidores a tomar parte en el consumo e informarse de las facturas eléctricas. Existen simuladores de movimiento de carga orientado a consumidores que con libertad de acción del consumo, de manera instantánea ve una repercusión en la factura, haciendo que el cliente entienda más del tema.

Existen varios estudios sobre el efecto que tienen las tarifas de acceso fluctantes en consumidores residenciales (Faruqui et al., 2007, 2010a, 2010b, 2013; Álvarez Bel et al., 2009; Faruqui and Sergici, 2010; Alcázar-Ortega et al., 2011; Alparslan Zehir and Bagriyanik, 2012; Vine et al., 2013; He et al., 2014; Mehta et al., 2014; Bergaentzlé et al., 2014; Wang et al., 2015; Gils, 2016) También, J.M. Roldán Fernández et al, 2016, concluyó que las tarifas de acceso fluctuantes para pequeños consumidores tiene un doble efecto en el mercado mayorista de la electricidad y en sistema eléctrico. Viendo que una reducción de demanda puede cambiar el precio marginal de la energía eléctrica en el mercado mayorista también supone un efecto en la cantidad de energía casada, el coste de esta y por consecuente, un efecto en el volumen de gases de efecto invernadero producidos por la generación de energía



## 3 MERCADO IBÉRICO DE ELECTRICIDAD

---

La aprobación de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, supuso el inicio del proceso de liberalización progresiva del sector mediante la apertura de las redes a terceros, el establecimiento de un mercado organizado de negociación de la energía y la reducción de la intervención pública en la gestión del sistema. Este proceso de liberalización se lleva a cabo en un entorno europeo de liberización de diferentes tipos de mercados.

El Mercado Ibérico de Electricidad (MIBEL) tiene su origen el 29 de julio de 1998 cuando se inician conversaciones entre las administraciones portuguesa y española en temas de energía, firmándose el “Acuerdo para la Cooperación en Materia de Energía Eléctrica”. Sin embargo, no sería hasta el 14 de noviembre de 2001 cuando se acordó la creación del Mercado Ibérico de Electricidad mediante la firma del “Protocolo de colaboración entre las administraciones española y portuguesa para la creación del MIBEL”. En ese momento se establecían las fases y mecanismos de implantación que permitirían la integración de los dos mercados, prevista en un inicio para el 1 de enero de 2003.

Tras varios documentos de colaboración entre los organismos reguladores de ambos países (ERSE en Portugal y CNE en España) y los operadores del sistema (REN, Redes Energéticas Nacionais y REE, Red Eléctrica de España), se decide implantar gradualmente el mercado. Se define como un mercado bipolar, con un polo español y un polo portugués, creando una estructura organizativa en la que el Operador del Mercado Ibérico (OMI) pasó a convertirse en una entidad compuesta por dos sociedades: OMI-Polo Portugués, SGMR (OMIP) y OMI-Polo español, S.A. (OMIE) No obstante, no fue hasta julio de 2007 que comenzó a funcionar el MIBEL como tal.



Ilustración 3-1 – Organización institucional del MIBEL. (Fuente: OMIE)

### 3.1 Estructura del MIBEL

El mercado eléctrico ibérico, que no MIBEL, se caracteriza por las dos actividades abiertas a la competencia: producción (mercado mayorista) y comercialización (mercado minorista). Siendo el MIBEL el mercado mayorista.

El funcionamiento del mercado mayorista de la energía eléctrica se basa en la existencia de un conjunto de modalidades de contratación de energía que se complementan entre sí. Estas modalidades, descritas a continuación, reflejan el funcionamiento del sector eléctrico. El hecho de tratarse de un mercado que ha de adaptarse a un régimen de equilibrio simultáneo de producción y consumo no consiente el arbitraje temporal que puede darse en otros mercados.

El mercado mayorista del MIBEL se comprende actualmente:

- Mercado de contratación a plazo, organizado por el OMIP (Operador del Mercado Ibérico Portugués). Es un mercado en el que se establecen contratos de compraventa futuros (años, meses, semanas) de producción y compra de energía eléctrica. Este mercado permite realizar una liquidación física, en la que se efectúa la entrega de la energía, o una liquidación financiera, una compensación de los valores monetarios subyacentes a la negociación. Siendo OMIClear la encargada de la compensación y liquidación de los contratos registrados en OMIP.
- Mercado de contratación de contado o mercado spot, con un componente diario (mercado diario) y un componente de ajustes intradiarios (mercados intradiarios).

Mercado en el que se establecen los programas de compra y venta de energía eléctrica para el día siguiente al de la negociación. En un inicio fue la sociedad OMEL (Operador del Mercado Ibérico de Energía, Polo Español, S.A.) la encargada de la gestión de este mercado, pero a partir del 1 de julio de 2011 cuando OMIE asume la gestión del mercado spot y OMEL se configura como sociedad tenedora parcial de las sociedades OMIE y OMIP.

- Mercado de servicios que realiza el ajuste de equilibrio de la producción y de consumo, con el fin de adecuar los programas de producción a los requisitos de calidad, fiabilidad y seguridad del sistema eléctrico, siendo un mercado que funciona en tiempo real gestionados por los Operadores del Sistema español y portugués, REE y REN respectivamente.
- Mercado de contratación bilateral, en el que los agentes efectúan compraventa de energía eléctrica para diferentes horizontes temporales. Es lo que se conoce como mercado OTC (*over-the-counter* o mercado paralelo no organizado). Estos contratos bilaterales son gestionados y recibidos por OMIClear



Ilustración 3-2 - Visión funcional del MIBEL. (Fuente: OMIP)

### 3.2 Sujetos y Agentes del Mercado Ibérico

Los sujetos del mercado son aquellas entidades habilitadas para actuar directamente en el mercado eléctrico, ya sea como compradores, vendedores o ambos al mismo tiempo. Por tanto, se entienden como sujetos del mercado:

- **Productores de energía eléctrica:** Persona física o jurídica cuya función es generar energía eléctrica, así como contruir, operar y mantener centrales de producción. Ya sean productores en régimen ordinario como en régimen especial. Entendiéndose por régimen especial aquellos productores que utilizan energía primaria de origen renovable o cogeneración de alta eficiencia y autoproductores con potencia instalada no superior a 50 MW.
- **Comercializadores:** Empresas eléctricas que, accediendo a las redes de transporte y/o distribución, se encargan de vender electricidad a clientes finales mediante tarifas fijadas por ellas mismas.
- **Comercializadores de último recurso:** Aquellas empresas comercializadoras que han sido designadas para proporcionar a los clientes la tarifa de último recurso (TUR), ahora llamada PVPC (Precio de Venta al Pequeño Consumidor). Dichas tarifas son fijadas por el gobierno teniendo en cuenta el coste de producción de la energía eléctrica y destinadas a usuarios con una potencia contratada no superior a 10 kW.
- **Consumidores directos del mercado:** Son consumidores que pueden adquirir la energía eléctrica en cada momento mediante otros procedimientos diferentes al consumidor de tarifa, es decir, acuden directamente al pool eléctrico para su propio consumo.
- **Representantes:** Se consideran como tales aquellos que actúan por cuenta de un sujeto del mercado, ya sea en nombre de dicho sujeto o en nombre propio. En caso de acudir en nombre propio, a efectos del negocio jurídico realizado por el representante imputarán a éste únicamente, sin perjuicio de la relación interna con su representado.
- **Gestores de cargas:** Sociedades mercantiles que, siendo consumidores, están legalmente habilitadas para la reventa de energía eléctrica para servicios de recarga energética, así como para la el almacenamiento de energía eléctrica para una mejor gestión técnica del sistema eléctrico.

El término agentes del mercado se reserva para aquellos sujetos, anteriormente citados, que participen en los mercados diarios e intradiarios. Por tanto, los sujetos del mercado pueden acudir al mismo como agentes del mercado diario o realizar contratos bilaterales.

### 3.3 Secuencia de desarrollo del mercado

La final para la presentación de ofertas del mercado diario son las 10:00h del día D-1, es decir, del día anterior anterior al de suministro; los resultados de la casación, con dichas ofertas se publican a las 11:00h del día D-1. Dicha casación incluye también las posiciones de mercado a

plazo para las que se ha solicitado la entrega física y los resultados de las subastas de capacidad de interconexión.

Tras la incorporación de los contratos bilaterales, alrededor de las 14:00h del día D-1, se obtiene el programa diario bas de funcionamiento (PDBF) para cada uno de los sistemas, español y portugués. Los operadores de sistema, REE y REN, analizan y resuelven las posibles restricciones técnicas derivadas de esta primera casación y se generan sendos programas diarios viables provisionales (PDVP). El programa diario viable definitivo (PDV) se publica antes de las 16:00h del día anterior tras incorporar al mercado el resultado de la regulación secundaria. Regulación con el objeto de mantener el equilibrio generación-demanda y las desviaciones de frecuencia del sistema, este servicio es retribuido a las unidades generadoras afectadas mediante dos conceptos: disponibilidad (banda de regulación) y utilización (energía).

A continuación, se convocan las sesiones de intradiarios y el resultado, una vez libre de potenciales restricciones técnicas, resultan el programa horario final (PHF).

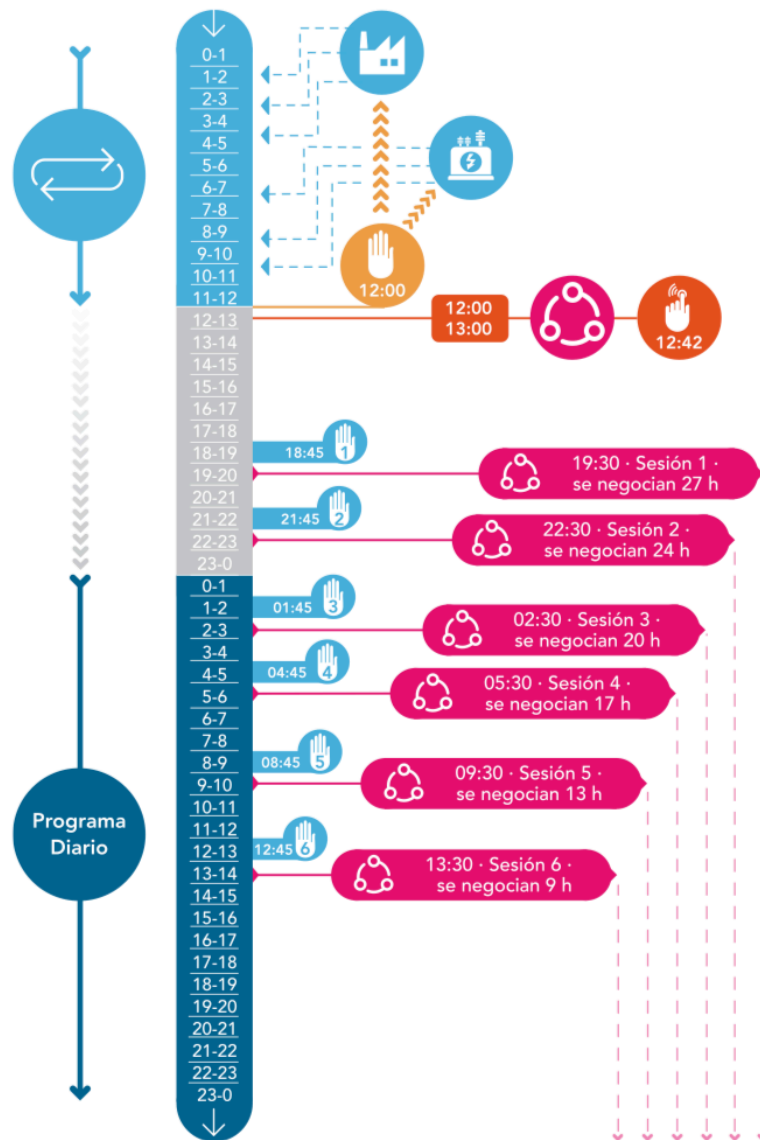


Ilustración 3-3 - Secuencias del Mercado Diario e Intradiario. (Fuente: OMIE)

### 3.4 Mercado Diario

El mercado diario tiene por objeto llevar a cabo las transacciones de energía eléctrica para el día siguiente. Los agentes del mercado presentan las ofertas de compra y venta de energía eléctrica al Operador del Mercado, OMIE en este caso.

Las sesiones de contratación del mercado diario se estructuran en periodos de programación equivalentes a una hora. Se considera como horizonte de programación los 24 periodos de programación correspondientes a las 24 horas de un día natural, teniendo en cuenta que para los días oficiales de cambio de hora estas ofertas serán de 23 y 25 periodos.

El mercado diario es el principal mercado de contratación de electricidad en la Península Ibérica funcionando los 365 días del año. En este mercado se negoció en 2017 alrededor del 75% de la energía eléctrica consumida en el MIBEL, llegando alrededor del 85% si se añadiera el mercado intradiario.

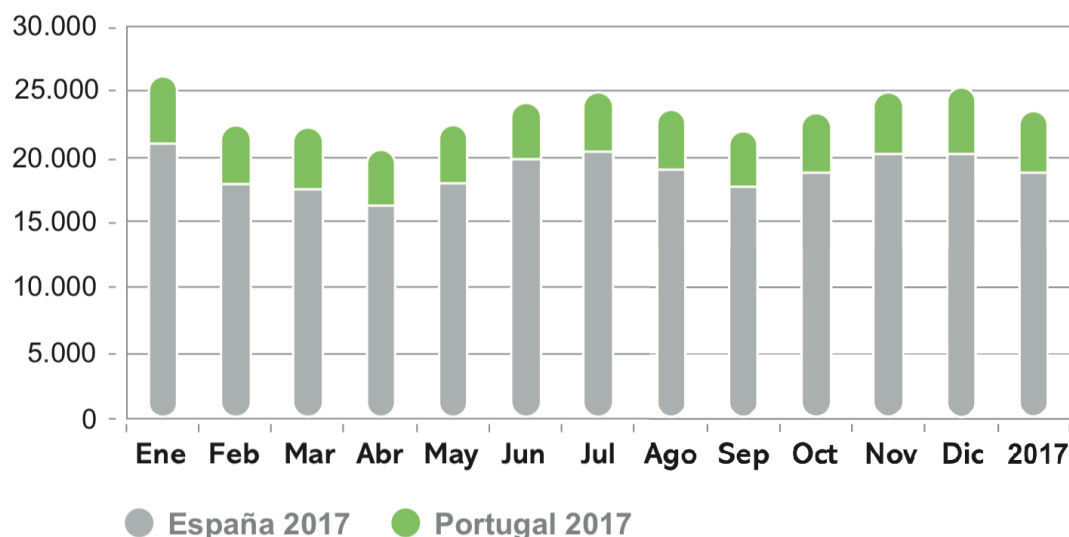


Ilustración 3-4 - Energía negociada en los mercados diario e intradiarios. (Fuente: OMIE)

### 3.4.1 Presentación de ofertas al Mercado Diario

Las ofertas de compra o venta de energía eléctrica deben ser presentadas por los agentes o por sus representantes al Operador de Mercado (OMIE), una por unidad de adquisición o de generación de las que sean titulares y para cada periodo de programación. Tales ofertas de adquisición y venta podrán tener como máximo 25 tramos, cada uno de ellos se compone de un precio y una cantidad de energía, siendo creciente el precio en cada tramo para las ofertas de generación, y decreciente para las ofertas de compra.

Las ofertas de venta pueden ser simples o incorporar condiciones complejas, mientras que las ofertas de compra solamente pueden ser simples.

Las ofertas de venta complejas son aquellas que incorporan una, varias o la totalidad de las siguientes condiciones técnicas o económicas:

- Condición de indivisibilidad: Permite que un vendedor de energía declare indivisible el primer tramo de su oferta para una hora determinada del día., fijando un valor mínimo de funcionamiento. De esta forma, si un tramo de la oferta resulta casado, lo será por toda la energía ofertada y no por una fracción de la misma.

- **Gradiente de carga:** Permite establecer la diferencia máxima entre la energía de una hora y la energía de la hora siguiente de la unidad de generación, evitando de esta manera cambios bruscos en aquellas unidades de producción que no pueden, técnicamente, seguir tales variaciones de carga. Esta condición permite incorporar datos técnicos de las centrales eléctricas.
- **Condición de ingresos mínimos:** Permite la realización de ofertas en todas las horas, pero respetando que la unidad de generación no participe en el resultado de la casación del día si no obtiene unos ingresos mínimos para el conjunto de periodos de programación. Estos ingresos mínimos se expresan como una cantidad fija, establecida en €, más una cantidad variable, establecida en €, por cada MWh casado.
- **Condición de parada programada:** Permite que, si una unidad de producción ha sido retirada de la casación por no cumplir la condición de ingresos mínimos, realice una parada programada en un periodo máximo de tres horas, de forma que se aproveche la energía en el proceso de parada mediante la aceptación del primer tramo de las tres primeras horas como ofertas simples, con la única condición de que la energía ofertada sea decreciente en cada hora.

#### **3.4.1.1 Formato de la presentación de ofertas**

Los vendedores y compradores habrán de incluir en las ofertas de venta o adquisición que presenten al Operador del Mercado la siguiente información:

- Código de la unidad de venta o adquisición.
- Descripción de la oferta. Campo alfanumérico que no utiliza el algoritmo.
- Clase de oferta, que deberá ser necesariamente oferta de venta o adquisición.
- Fecha del horizonte diario. Es aquella para la que se presenta la oferta. Estará en blanco en caso de ser una oferta por defecto.
- Oferta por defecto. Los datos válidos que se pueden incluir en la oferta son: SI, indica que la oferta es por defecto y el agente la mantiene vigente para todos los horizontes diarios, a partir del momento de recepción de la misma por el Operador del Mercado. En este caso la fecha del horizonte diario no se utiliza. NO, indica que la oferta no es por defecto y que sólo es válida para la fecha del horizonte diario indicada.
- Condición de ingreso mínimo para las unidades de venta, que se expresará por medio de los dos valores siguientes:



- Término fijo (TF) para un mismo horizonte diario, fijado en euros, sin que puedan incluirse decimales.
- Término variable (TV), que permanecerá invariable para un mismo horizonte diario, fijado en euros por MWh, pudiéndose incluir dos cifras decimales.

En el caso de ser igual a cero indica que la oferta no incorpora esta condición. En el caso de ofertas de adquisición ambos valores deberán ser cero.

- Condición de gradiente, para las unidades de venta, que expresará el gradiente máximo de variación de carga de la unidad de venta a subir y bajar expresados en MW/h con un máximo de una cifra decimal. En el caso de ser igual a cero significa que la oferta no incorpora esta condición. En el caso de ofertas de adquisición ambos valores deberán ser cero.
- Por cada uno de los hasta 25 tramos en que puede dividirse una oferta de venta o adquisición, y cada uno de los periodos de programación, se darán los siguientes datos:
  - Periodo de programación al que corresponde la oferta.
  - Volumen de energía ofertada en el tramo por la unidad de venta o adquisición, para cada periodo de programación expresada en MWh con un máximo de un decimal.
  - Precio al que se oferta el tramo expresado en euros por MWh, con un máximo de dos decimales. En el caso de las ofertas de compra, las distribuidoras realizan la oferta de adquisición a precio instrumental (180,3 €/MWh), precio máximo, y las centrales de bombeo, comercializadores y consumidores directos suelen plantear ofertas a precio distinto del instrumental.
  - Indicación, para el caso de ofertas de venta, en el primer tramo de cada periodo de programación de si el tramo de energía es o no divisible.
  - Indicación, para el caso de ofertas de venta, en los tres primeros periodos del periodo de programación, de si la oferta de venta del primer tramo de energía corresponde o no a una condición de parada programada, para los tres primeros periodos del horizonte diario.

Las ofertas quedan recogidas en dos ficheros, CAB y DET, que se pueden encontrar en la página oficial de OMIE.

### 3.4.2 Proceso de casación del Mercado Diario. EUPHEMIA.

En el año 2009, con el fin de garantizar el funcionamiento de un mercado único en Europa, un acceso justo y un grado alto de protección a los consumidores, con la iniciativa de siete mercados de casación de ofertas de energía eléctrica se creó el proyecto PCR (*Price Coupling of Regions*, Acoplamiento de precio de regiones), del que hoy en día forman parte 23 países europeos.

El acoplamiento de mercados es una manera de unir e integrar diferentes mercados de energía, consiguiendo que las ofertas de compra y venta de energía eléctrica de un mercado no se encuentren confinados en el territorio local. En un mercado acoplado las transacciones de energía pueden implicar a compradores y vendedores de diferentes áreas, restringidos únicamente por las restricciones técnicas de la red eléctrica.

Uno de los elementos claves del proyecto PCR ha sido desarrollar un algoritmo único de casación de ofertas, cuyo nombre es EUPHEMIA (*Pan-European Hybrid Electricity Market Integration Algorithm*). El cual es usado para calcular la asignación de energía y precios de la electricidad a través de Europa, maximizando el *welfare* y aumentando la transparencia del cálculo de precios y flujos de energía eléctrica.

La implantación del proyecto conocido como MRC (*Multi-Regional Coupling*, Acoplamiento multiregional) agrupa a los operadores de mercado y de sistema de una serie de países que utilizan el algoritmo del PCR para calcular de manera simultánea los precios de los Mercados Diarios de cada una de sus áreas de oferta y asignan flujos de energía transfronterizos entre ellas. Adicionalmente, hay otros países que utilizan el algoritmo del PCR, pero no están acoplados a los países del MRC. Por una parte, está el denominado proyecto 4MMC que está formado por el acoplamiento de cuatro países y además hay otros países que usan el mismo algoritmo, pero de forma independiente.

## PCR users and members

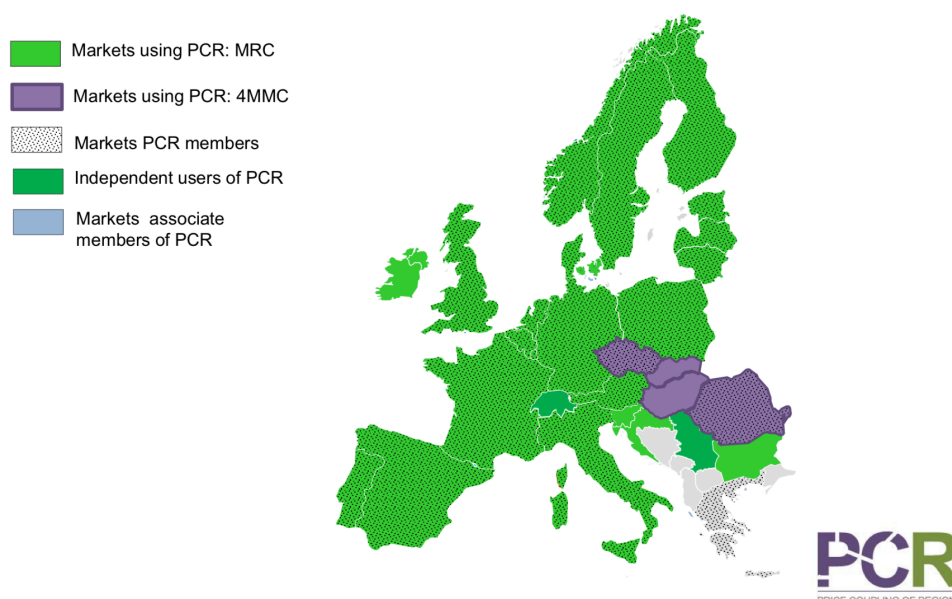


Ilustración 3-5 - Usuarios y miembros de PCR (Fuente: PCR)

Para poder obtener un precio horario en cada región, el algoritmo debe alimentarse con la información sobre las capacidades de transmisión (ATC, *Available Transfer Capacity*) de los operadores de sistema de todos los países o regiones, así como todas las ofertas de compra/venta de energía eléctrica de los operadores del mercado de cada área, con las características de cada una de ellas en cuanto a tipos de órdenes: secillas, complejas, bloques de ordenes y ordenes de mérito y PUN (Precio Único Nacional).

EUPHEMIA pretende resolver el problema de maximización del *welfare* (conocido como el problema maestro y tres subproblemas independientes: determinación de precios, búsqueda de PUN e indeterminación de volumen de energía).

En el problema de maximización del *welfare*, EUPHEMIA busca en el conjunto de soluciones la que maximice el bienestar del mercado integrando el mayor numero de ofertas con condiciones de ingresos mínimos e indivisibilidad. En la resolución de este problema los requisitos de PUN y órdenes de mérito no se aplican, siendo orden de mérito la curva de venta, clasificación de las fuentes de energía disponibles según orden ascendentes de los precios con la cantidad de energía que se oferta. Una vez que se ha encontrado una solución para este problema, EUPHEMIA determina los precios marginales de los mercados.

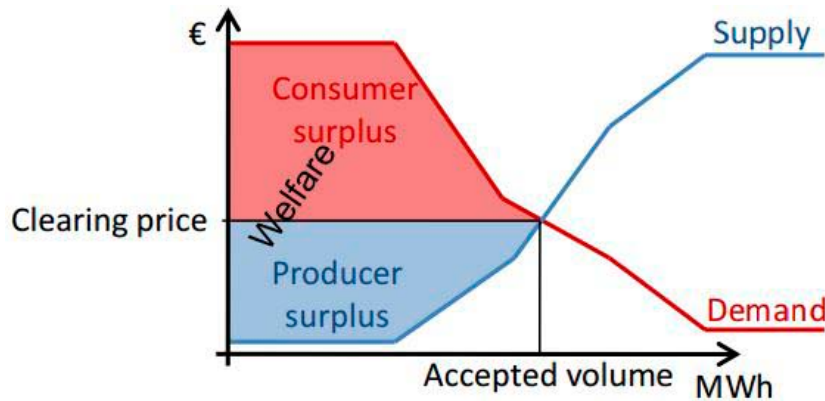


Ilustración 3-6 - Welfare (Fuente: Energynews)

El objetivo del subproblema de determinación de precios es encontrar, para cada área de oferta, el precio marginal apropiado, garantizando que no se acepten ofertas que no cumplan las condiciones de ingresos mínimos e indivisibilidad, y que los flujos de energía cumplen los requisitos técnicos del sistema. Tras encontrar una solución viable, EUPHEMIA continúa con el subproblema de búsqueda de PUN. Sin embargo, si no se encuentra una solución viable, se vuelve al principio y se reanuda el problema de maximización del *welfare* buscando la próxima mejor solución a la anterior.

El objetivo del subproblema de búsqueda de PUN es encontrar precios y volúmenes de PUN válidos para cada hora del día, al mismo tiempo que se cumplen las restricciones de desequilibrio de PUN y se aplica la consecutividad de las ofertas PUN aceptadas. Esto se debe a que en algunos países existen reglas de casación en las que se dice que, si no se aceptan una serie de ofertas a un precio, las ofertas por debajo de ese precio no se aceptarán, aunque entren como parte de la solución viable. Una vez encontrada una solución viable sin introducir ofertas con condiciones complejas en la casación, EUPHEMIA continúa con el subproblema de indeterminación de volumen, en caso contrario, volverá al inicio buscando la próxima solución que maximice el bienestar del mercado.

En los subproblemas anteriores, el algoritmo ha determinado los precios marginales de cada región de oferta y los precios y volúmenes de PUN para las regiones con ofertas PUN, y una selección de ofertas con condiciones de ingresos mínimos e indivisibilidad. Sin embargo, puede darse que existan varios volúmenes de casación para los que el *welfare* encontrado es el mismo, por lo que EUPHEMIA presta atención y aplica las órdenes de mérito y maximiza el volumen negociado.

EUPHEMIA está orientada a proporcionar una primera solución factible lo más rápido posible. No obstante, después de encontrar la primera solución, EUPHEMIA continúa buscando una mejor solución hasta que se alcanza un criterio de parada, ya sea el tiempo máximo: 10 minutos, o que no haya más ofertas con condiciones de ingresos mínimos o indivisibilidad.

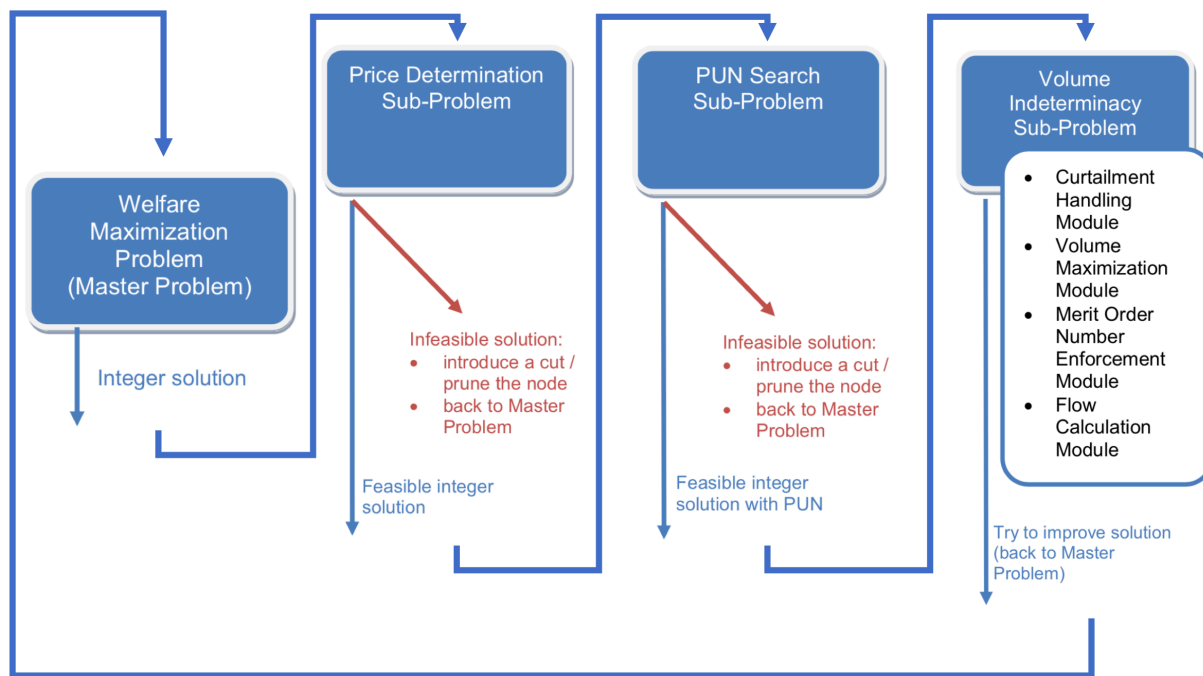


Ilustración 3-7 - Diagrama de flujo simplificado de EUPHEMIA (Fuente: PCR)

De manera específica, dado que Portugal y España operan como región única para EUPHEMIA hasta que en la solución viable obtenida la capacidad de interconexión entre ambos países se vea cubierta, existe lo que se conoce como *Market Splitting* o separación de mercados. Esto lleva a que los mercados evolucionan de manera desacoplada y en cada país se obtiene un precio marginal del Mercado Diario diferente, correspondiente a las ofertas de su mercado.

### 3.4.3 Liquidación

El Operador de Mercado (OMIE), de acuerdo a sus funciones como gestor, se encarga de realizar la liquidación del programa resultante del proceso de casación, actuando de manera imparcial y garantizando el correcto flujo económico entre compradores y vendedores.

En la liquidación se practican, para cada hora del mercado diario, las siguientes anotaciones: derecho de cobro a cada unidad que ha resultado vendedora, calculado como el producto de la energía vendida por el precio marginal de su zona, y obligación de pago a cada unidad que ha

resultado compradora, calculada como el producto de la energía comprada por el precio marginal de su zona.

Debido al desacoplamiento de mercados como consecuencia de cubrir la capacidad de interconexión, y siendo el precio de la zona que exporta es inferior al de la zona importadora, se generan unos importes conocidos como renta de congestión, calculada como el total de la energía intercambiada por la diferencia de precios y se liquida de la siguiente manera:

- En caso de desacoplamiento de mercados entre España y Portugal, la renta de congestión se reparte a partes iguales entre los operadores del sistema de ambos países.
- En caso de separación de mercados entre España y Francia, la renta de congestión se reparte a partes iguales entre los operadores del sistema eléctrico español y francés.
- En caso de desacoplamiento de mercados entre España y otro país fuera de la UE, la renta de congestión se asigna al operador del sistema español.

## **4 EFECTO DEL AUTOCONSUMO Y DESPLAZAMIENTO DE CARGA EN MERCADO DIARIO DE LA ELECTRICIDAD**

---

En este capítulo se analiza cualitativamente el efecto que tienen el desplazamiento de la carga consumida por pequeños consumidores y el autoconsumo en el mercado diario de la electricidad.

Debido a la importancia y bien acogida tarifa PVPC en la economía doméstica, a la que se suma el aumento de la eficiencia energética y la posibilidad de programación de uso de los electrodomésticos, añadiéndose la velocidad a la que avanzan las tecnologías de generación eléctrica a través de energías renovables, la posibilidad comercial de este tipo de instalaciones y la integración de esta generación distribuida en el sistema eléctrico actual, despierta un gran interés de estudio una posible futura situación del panorama eléctrico español.

### **4.1 Autoconsumo**

En virtud de la situación geográfica estratégica que tiene España y como consecuencia del cambio de las políticas energéticas, previamente introducidas, en las que el papel del autoconsumo es de gran importancia, la posibilidad de construir una instalación para el autoconsumo es bastante mayor. De manera más concreta, para el caso del autoconsumo con energía solar fotovoltaica se ha eliminado muchas de las trabas burocráticas y cargos existentes para este tipo de instalaciones.

Como bien se sabe, los paneles fotovoltaicos generan energía eléctrica a partir de la radiación solar que les llega por tanto será durante el día cuando este tipo de instalaciones pueda generar electricidad. La curva de generación PV será diferente cada día, pero pueden agruparse en cuatro grupos según la estación del año, primavera, verano, otoño e invierno. En verano el sol sale más temprano y se pone más tarde, por lo que la cantidad de energía generada (kWh) a lo largo del día será mayor que en invierno. Sin embargo, los paneles fotovoltaicos tienen un menor rendimiento trabajando a altas temperaturas, será en invierno donde se produzca un mayor pico de generación en las horas centrales, momento del día en el que la radiación solar es mayor.

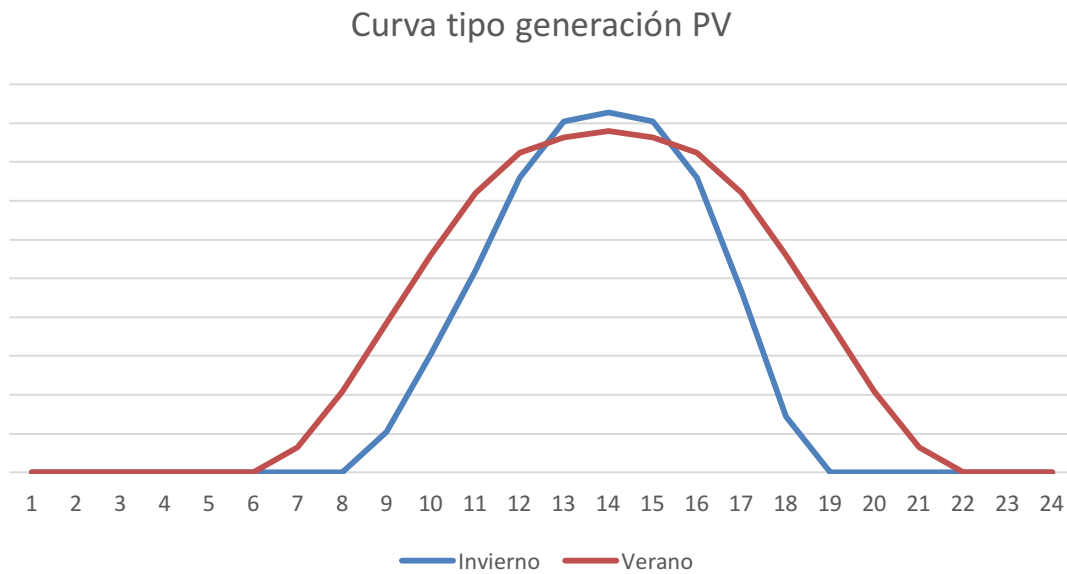


Ilustración 4-1 - Curva tipo generación PV (Datos: PVGIS)

En su conjunto, nuestra sociedad demanda más energía en algunos momentos del día, estos momentos son conocidos como horas punta. Durante estas horas, el coste de la producción de energía es mayor dado que es necesario del funcionamiento de las centrales de producción más caras, que a su vez son las que más CO<sub>2</sub> emiten. Las horas de menor consumo se les denomina horas valle, éstas se corresponden con las horas nocturnas que concuerdan con la menor actividad en todos los sectores de consumo.

La cantidad de energía que se consume en los hogares fluctúa a lo largo del día y de manera diferente según la estación del año. En invierno la demanda máxima se produce a última hora de la tarde en la que da una elevada ocupación de los hogares con uso intensivo de iluminación, calefacción y televisión. En verano, además de la punta de la tarde/noche, se produce otro pico de demanda en las horas centrales del día, como consecuencia de las horas del día con mayor temperatura.



### Curvas tipo demanda residencial

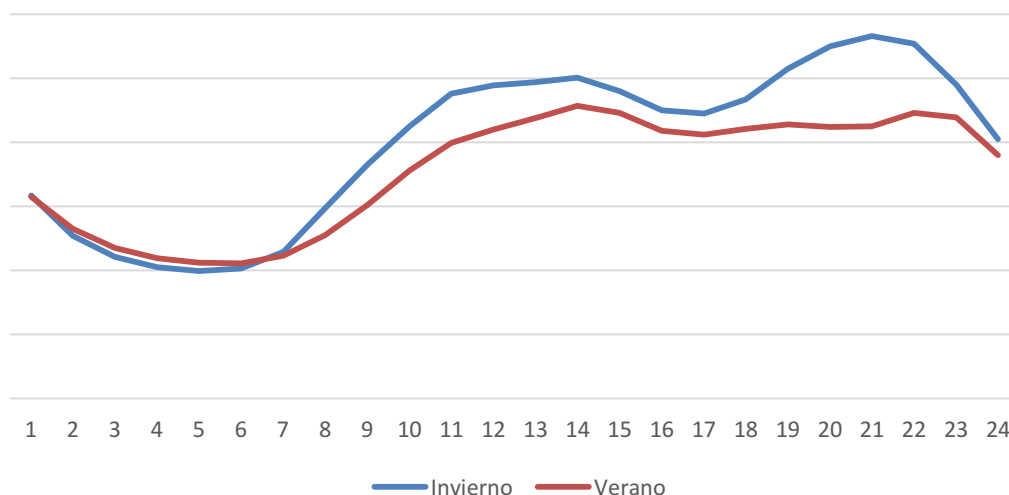


Ilustración 4-2 - Curva tipo consumo residencial. (Datos: REE)

Al superponer las curvas de generación PV y el perfil de la demanda, se observa que durante el día parte de la demanda o, en hasta en algunos casos, su totalidad está cubierta de manera instantánea con la energía generada por la instalación fotovoltaica. Esta cantidad de energía cubierta por autoconsumo instantáneo implica que cierta energía deja de ser comprada en horas puntuales del día.

### Efecto del autoconsumo

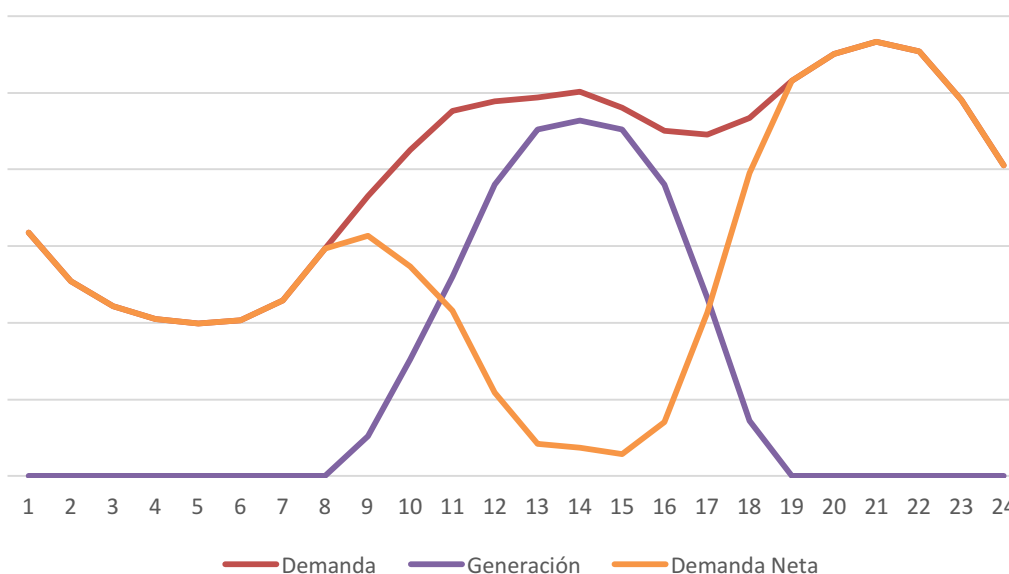


Ilustración 4-3 - Efecto del autoconsumo (Fuente: Elaboración propia)

Desde el punto de vista del mercado diario de la energía eléctrica, esto se traduce como una medida de ahorro de energía y por consiguiente una disminución de la energía ofertada a precio máximo (180.3 €/MWh). Visto de manera gráfica, se trata de un desplazamiento hacia la izquierda de la curva de demanda original, encontrando un nuevo punto de corte con la curva de venta de energía y dando lugar a unos precios marginales horarios y energías casadas menores que en el caso base de partida.

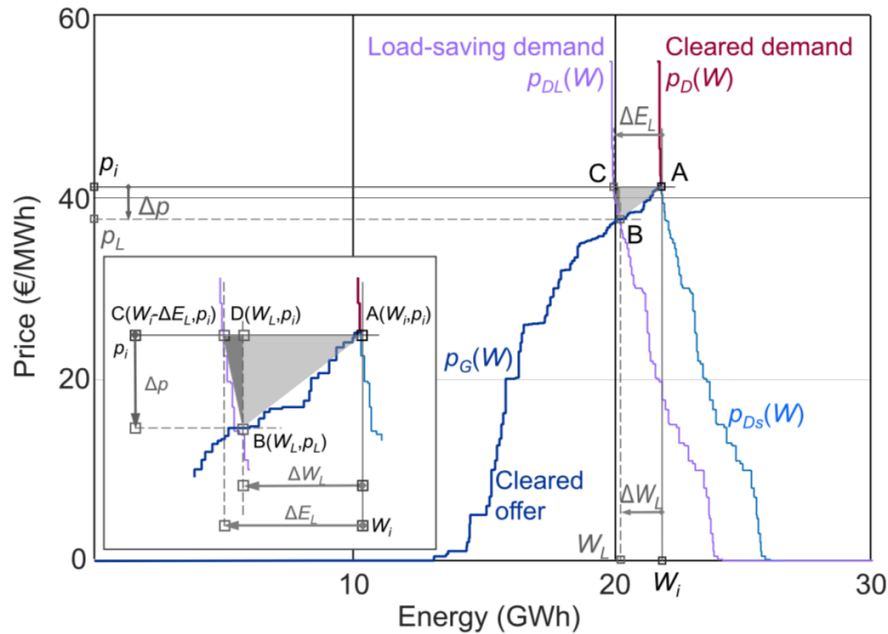


Ilustración 4-4 - Efecto del decremento de energía (Fuente: J.M. Roldán Fdez. et al)

Es muy común que, para ciertos días, en las horas centrales del día, la energía que se está generando no puede ser consumida de manera instantánea, como puede observarse en la ilustración 4.5. Esta situación implica que el espacio de tiempo de excedencia de energía generada, la energía que se compra es nula, es decir, el consumidor no estaría pagando absolutamente nada en término de energía para las horas indicadas en estos casos.

El previamente comentado excedente de energía será inyectada en la red para ser consumida. Al tratarse de situaciones puntuales, el operador del sistema (REE) tiene una serie de mecanismos de ajuste para garantizar la estabilidad técnica del sistema haciendo cumplir la máxima de que la energía generada tiene que ser igual a la energía consumida en todo instante. Dado a que se trata de un ajuste del operador del sistema y no es competencia del operador de mercado y, por tanto, no afecta al mercado diario de la energía eléctrica no se simulará tal excedente.

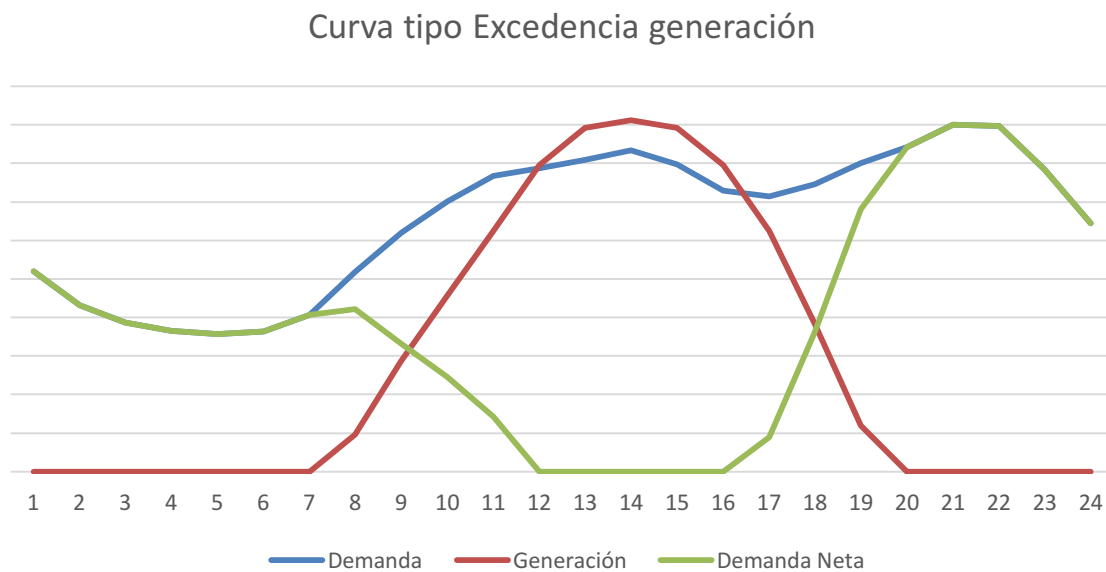


Ilustración 4-5 - Excedencia de generación (Fuente: Elaboración propia)

Un tema que siempre va de la mano de la producción de energía con fuente renovable, y sobretodo con el autoconsumo, es la posibilidad de almacenamiento de energía mediante baterías. Este hecho permitiría poder consumir el excedente de generación en horas del día en las cuales la energía es más cara. Como el la investigación y desarrollo de producción de baterías comerciales para hogares está en auge, se planterá una serie de escenarios con esta casuística.

De cara al Mercado Diario de la energía eléctrica, el planteamiento del escenario de generación PV con posibilidad de almacenamiento se traduce como un desplazamiento adicional hacia la izquierda de la curva de la demanda en aquellas horas en las que se consuma la energía almacenada que, teniendo la posibilidad de elegir cuando consumirdicha energía almacenada, se haría en horas punta pues son las horas de mayores precios.

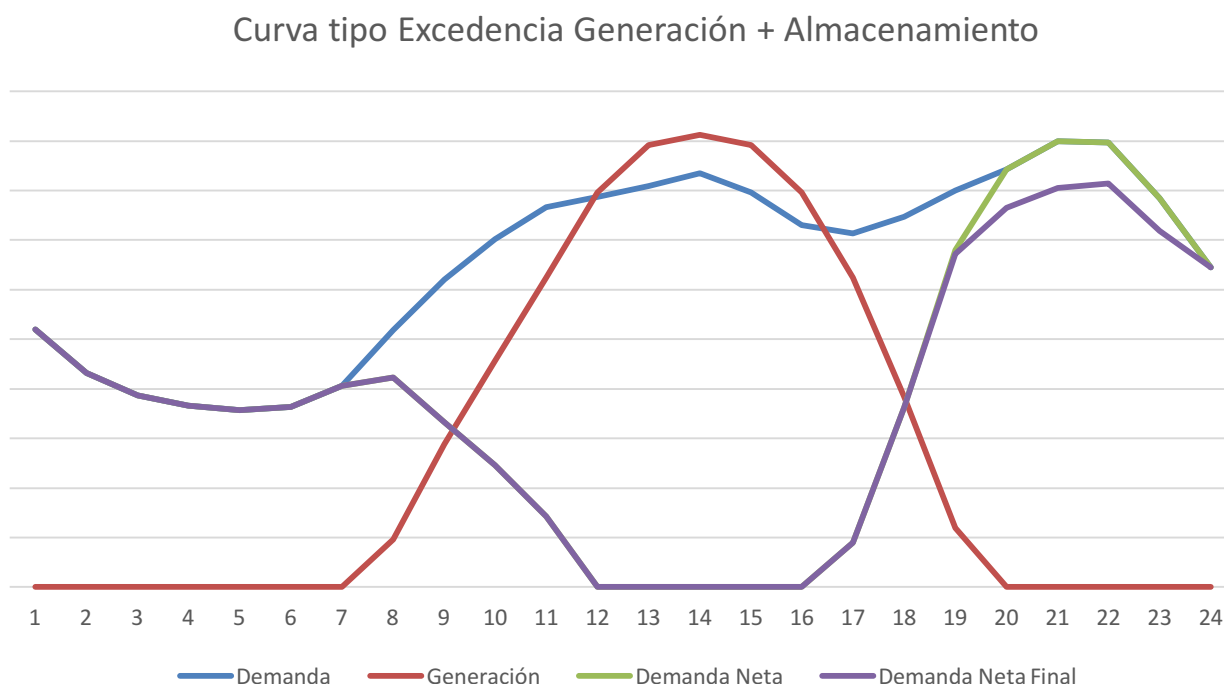


Ilustración 4-6 - Curva tipo de excedencia de generación más almacenamiento

## 4.2 Desplazamiento de carga

Gracias al plan de telemedida y telegestión implantado a nivel nacional a través de las compañías de distribución de energía, se prevee que en 2019 se haya provisto al 100% de los consumidores residenciales de contadores inteligentes, según CNMC. Dando así, la viabilidad de aplicar correctamente la tarifa PVPC a todos los consumidores residenciales sin que se les tenga que aplicar una curva de consumo promedio.

En vista de la posibilidad de contratación de una tarifa eléctrica PVPC en la que el precio por la energía consumida es diferente para cada hora de cada día, calculándose en base al precio marginal obtenido el mercado diario de la electricidad, invita a los consumidores con dicha tarifa a reducir la factura eléctrica desplazando, parcial o totalmente, el consumo de electricidad hacia las horas o tramos del día en los que los precios son menores, evitando los precios altos del día.

En la siguiente imagen se pueden observar las tarifas de acceso existentes con discriminación horaria, que dan la oportunidad a reducción de costes en caso de desplazar la carga a horas de precios bajos.

Potencia	Sin DH	Con DH 2 periodos	Con DH 3 periodos
< 10 kW	2.0A	2.0DHA	2.0DHS
De 10kW a 15kW	2.1A	2.1DHA	2.1DHS
> 15 kW	3.0A (* Siempre tiene DH 3 periodos)		

Ilustración 4-7 - Tarifas de acceso (Fuente: Endesa)

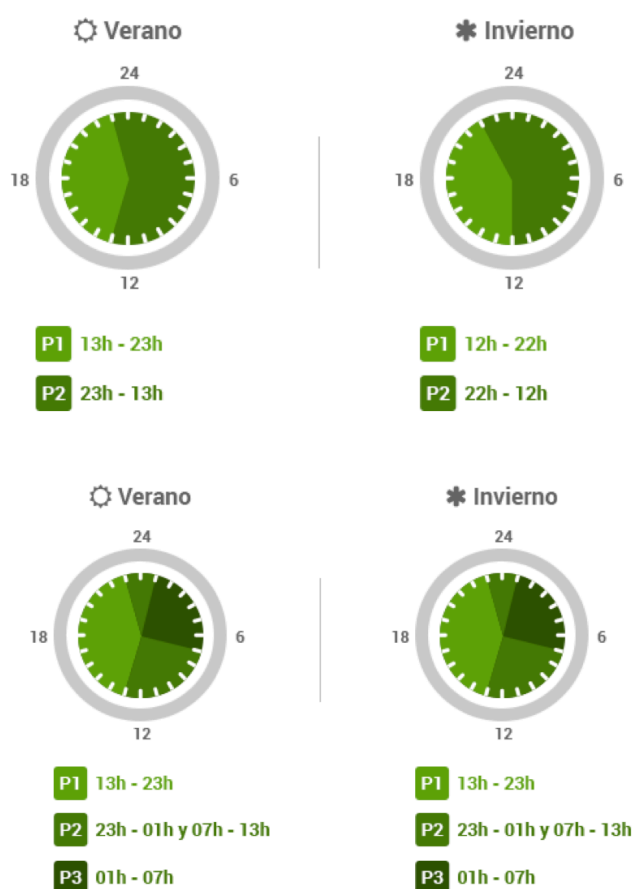


Ilustración 4-8 - Discriminación horaria 2.0DHA y 2.0DHS

El desplazamiento de carga consiste en dejar de trasladar cierta cantidad de energía de horas pico, donde el término de energía es mayor, y consumirla en horas valle, donde la energía es más barata.

En la ilustración 4.3 se puede observar que para las tarifas PVPC con discriminación horaria (DHA y DHS) existe una gran diferencia de precio de término de energía para las horas valle y horas pico. Aquellos consumidores con tarifa contratada PVPC con discriminación horaria verán una reducción en la factura de la electricidad.

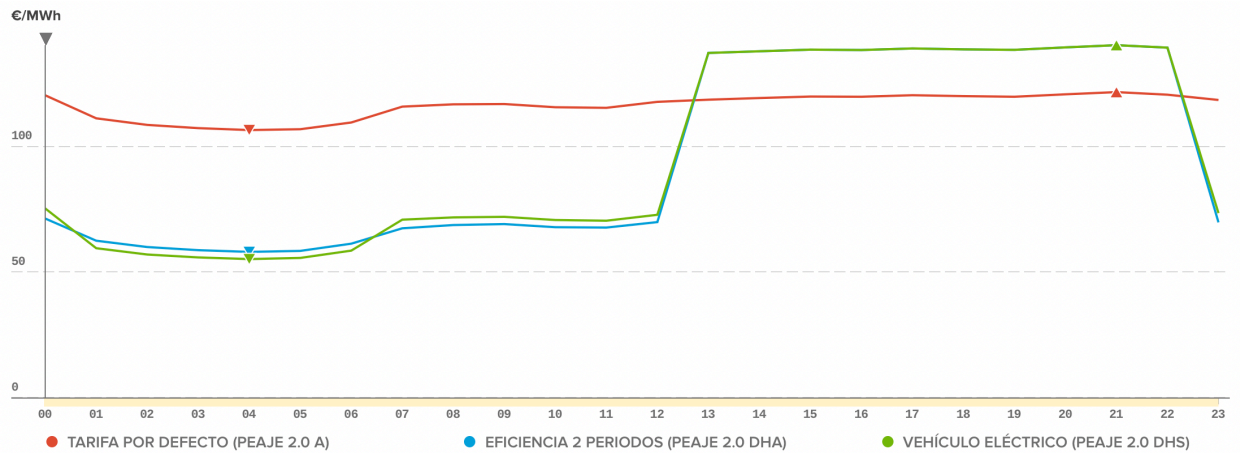


Ilustración 4-9 - Precio de la energía según tarifa de acceso (19/06/2017) (Fuente: REE)

Para cada hora del escenario de desplazamiento de carga analizado, una nueva curva de demanda se dibujará en la casación de energía en el mercado diario. Puesto que los agentes de mercado que suministran a los consumidores se encuentran situados en el precio máximo, precio instrumental (180,30 €/MWh), de la curva de demanda, la modificación de ésta será un desplazamiento practimentente paralelo hacia la izquierda o hacia la derecha, ya sea si son horas de donde se reduce la demanda u horas a las cuales se desplaza la carga.

Para el caso de reducción de demanda en horas pico, la disminución de oferta de demanda a precio instrumental implica un desplazamiento de la curva de demanda hacia la izquierda. Esto supondrá un nuevo punto de casación con un nuevo precio horario marginal y una nueva energía casada, tanto el precio como la energía serán menores en el nuevo punto de corte con la curva de oferta de venta.

El segundo caso consecuente del desplazamiento de carga se trata del incremento de la carga en horas valle, donde el precio de la energía para el consumidor es considerablemente más bajo, trae consigo un desplazamiento a la derecha de la curva de la demanda. De la misma manera que antes, se alcanzará un punto de casación diferente, en el que tanto el precio horario marginal como la energía casada serán mayores que en el caso base de partida.

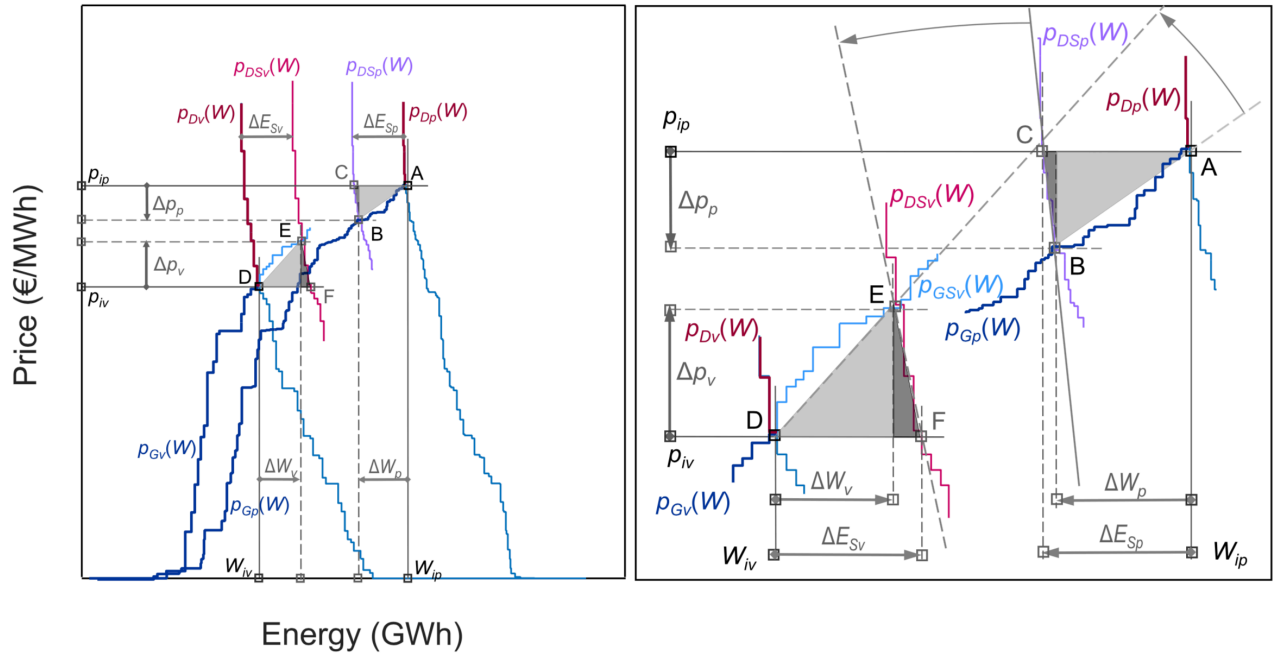


Ilustración 4-10 - Efecto del desplazamiento de carga en curvas de casación (Fuente: J.M. Roldán Fdez. et al.)

Puede recalcar que, por naturalidad de las curvas de oferta de venta y demanda del mercado diario de la electricidad, ambas tienen una mayor pendiente (valor absoluto) en zonas de menor energía casada, es decir en horas valle, respecto a la energía casada media que suele estar alrededor de los 20 GWh, y una menor pendiente para mayor energía casada, en horas pico.

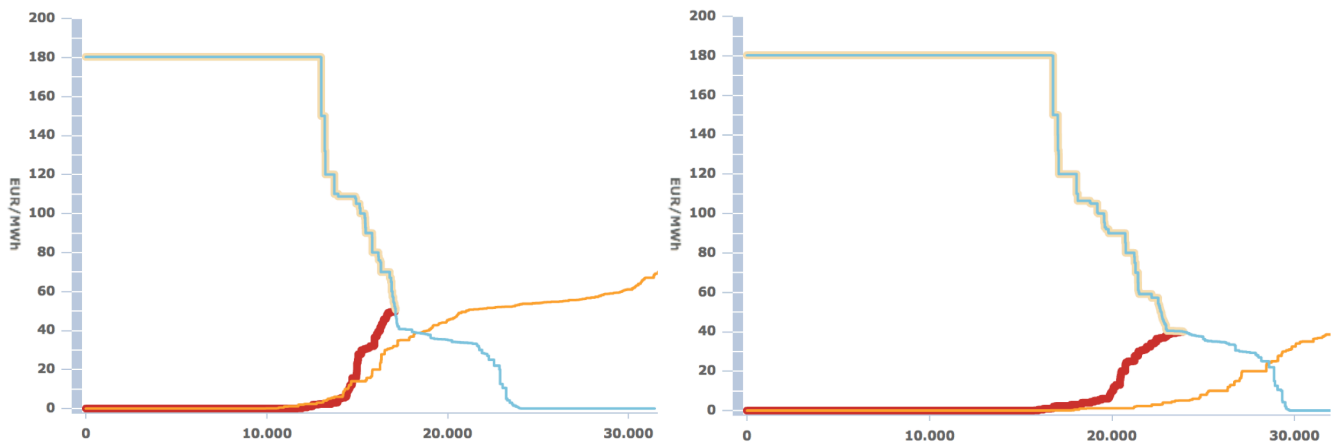


Ilustración 4-11 - Curvas del MD 13/04/2017 (Horas 4 y 20) (Fuente: OMIE)

Esta observación debe puntualizarse, puesto que un desplazamiento de energía en horas pico conllevará un mayor aumento/decremento de energía casada que si el movimiento de energía fuera en horas valle ( $\Delta E_{casada}^{pico} > \Delta E_{casada}^{valle}$ ). Sin embargo, para el caso del precio horario

marginal sucede lo contrario, en horas valle el incremento/decremento del precio marginal es mayor que en horas pico ( $\Delta P_{marginal}^{pico} > \Delta P_{marginal}^{valle}$ ).



## 5 IMPLEMENTACIÓN

---

En este trabajo se analiza el impacto que tiene el aumento del autoconsumo, proveniente de generación solar fotovoltaica para ser más específico y el desplazamiento de la carga desde horas punta a horas valle en el mercado diario de la electricidad. Para ello se crean distintos escenarios con distintos porcentajes de autoconsumo en la población española y para el desplazamiento de carga se estudian distintos escenarios de que consumidores residenciales desplacen su carga.

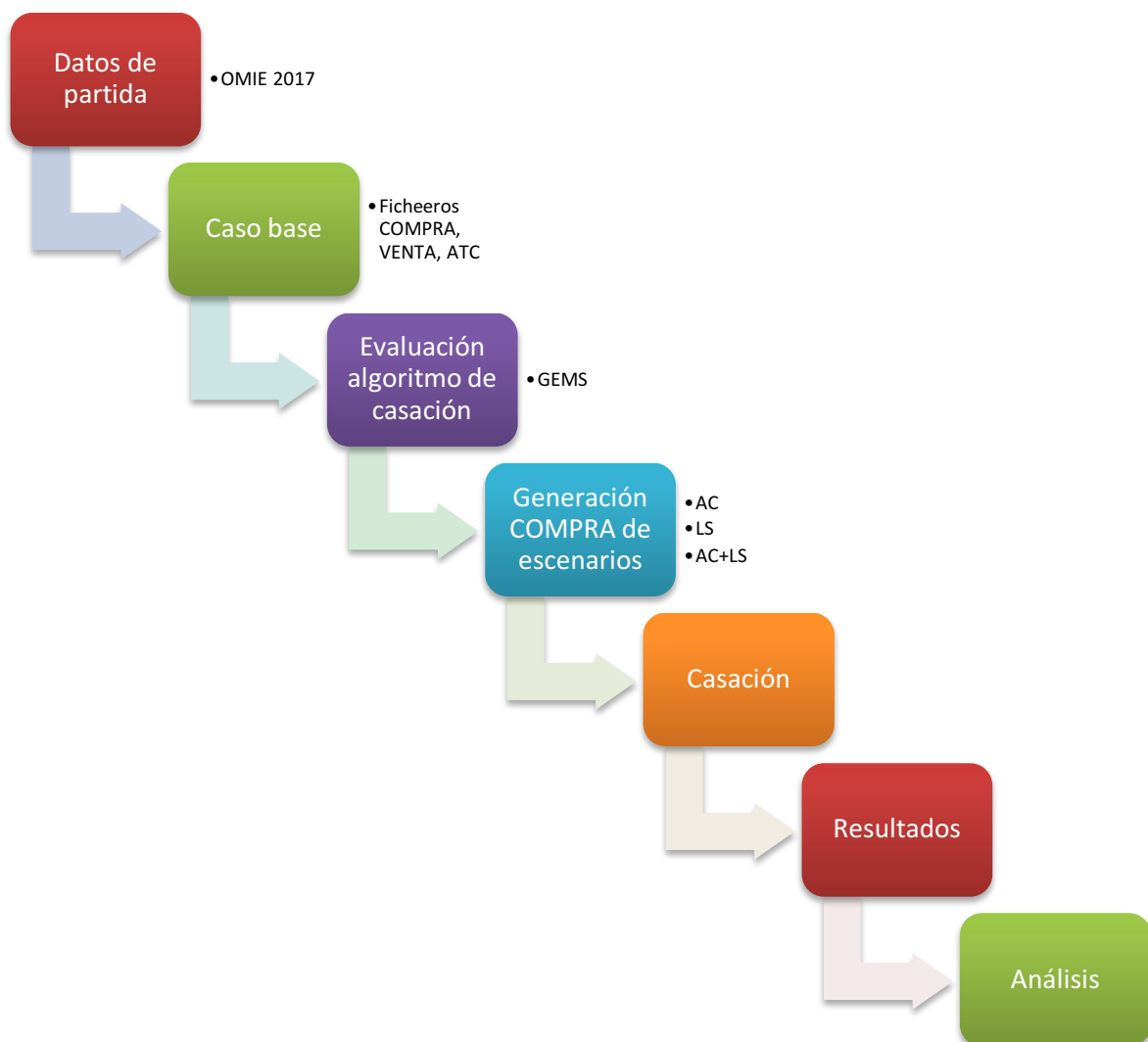


Ilustración 5-1 - Diagrama de flujo simple de la implementación del estudio

## 5.1 Datos de partida

Se han utilizado una serie de ficheros descargado de la página web oficial del Operador de Mercado, OMIE del año en cuestión 2017, para la generación de partida del caso base. De la misma manera, para el autoconsumo se ha tomado como perfil de consumo residencial el perfil de consumo promedio que REE proporciona a aquellos consumidores que se encuentran acogidos a la tarifa PVPC, pero no tienen contador inteligente para registrar el consumo de energía. Dichos perfiles se encuentran disponibles en la web oficial del Operador del Sistema.

A continuación, se detalla el contenido y estructura de los ficheros utilizados.

### 5.1.1 Caso Base

#### 5.1.1.1 Ficheros de oferta Mercado Diario

En la página de OMIE se publican de manera mensual dos ficheros, uno con la información de cabecera y otro con el detalle de las ofertas que entraron en casación en las sesiones de mercado diario del mes que indica el nombre del fichero. La información de los precios de estos ficheros se expresa en €/MWh.

Los nombres de los ficheros serán:

- cab\_aaaamm.zip
- det\_aaaamm.zip

Donde aaaamm: año en cuatro dígitos y mes en dos dígitos.

El fichero cab\_aaaamm.zip contiene los ficheros diarios con la cabecera de las ofertas que entraron en la casación y el fichero det\_aaaamm.zip contiene los ficheros diarios con el detalle de dichas ofertas.

##### 5.1.1.1.1 Fichero con cabecera de ofertas que entran en la casación

El fichero para cada día es *cab\_aaaammdd.l*

CAMPO	DESCRIPCIÓN	FORMATO	POSICIÓN
CodOferta	Código de la oferta	I7	1
Version	Número de versión	I3	8
Código	Unidad Ofertante	A7	11
Descripción	Descripción de la unidad	A30	18
CV	Indicación de compra o venta	A1 C=compra V=venta	48
Int	(no utilizado)	A1	49
OferPlazo	Indicador de si la oferta proviene de una desagregación de una unidad de contratación a plazo	A1 O= Oferta normal P= Oferta proveniente de una desagregación de UCP	50
No utilizado	No utilizado	F17.3	51
No utilizado	No utilizado	F17.3	68
MaxRamSub	Máxima rampa de subida	F7.1	85
MaxRamBaj	Máxima rampa de bajada	F7.1	92
Fijoeuro	Término fijo en EUR a partir del 1/6/2010 (Término fijo en cEUR hasta el 31/5/2010)	F17.3	99
Vareuro	Término variable en EUR/MWh a partir del 1/6/2010 (Término variable en cEUR/kWh hasta el 31/5/2010)	F17.3	116
MaxPot	Potencia máxima	F7.1 – 0.0 a 99999.9	133
MaxRamArr	Máxima rampa de arranque	F7.1	140
MaxRamPar	Máxima rampa de parada	F7.1	147
CodInt	Código de Interconexión	I2	154
Año	Año de Inserción	I4	156
Mes	Mes de Inserción	I2	160
Día	Día de Inserción	I2	162
Hora	Hora de Inserción	I2	164
Minuto	Minuto de Inserción	I2	166
Segundo	Segundo de Inserción	I2	168

Tabla 5-1 - Descripción ficheros CAB (fuente: OMIE)

#### 5.1.1.1.2 Ficheros con el detalle de las ofertas que entran la casación

El nombre del fichero para cada día es *det\_aaaammdd.1*

CAMPO	DESCRIPCIÓN	FORMATO	POSICIÓN
CodOferta	Código de la oferta	I7 – 1 a 9999999	1
Version	Número de versión	I3 – 0 a 999	8
Período	Período de la oferta	I2	11
NumBloq	Número de bloque	I2	13
No utilizado	No utilizado	F17.3	15
PrecEuro	Precio en EUR/MWh desde el 1/6/2010 (Precio en cEUR/kWh hasta el 31/5/2010)	F17.3	32
Energía	Energía de la oferta (MWh)	F7.1	49
BloqInd	Indicativo de bloque divisible	A1 S=sí N=no	56
BloqRet	Indicativo de bloque retirable	A1 S=sí N=no	57

Tabla 5-2 - Descripción ficheros DET (fuente: OMIE)

### 5.1.1.2 Fichero diario de capacidades comerciales e intercambios intracomunitarios e internacionales por frontera

Se publica diariamente un fichero con el plan básico de casación en el que se haya la información diaria de los valores por frontera, diferenciando importaciones y exportaciones, con el valor de la capacidad comercial y los valores agregados horarios. Las diferentes fronteras, a nivel de sistema eléctrico, con España son Portugal (2), Francia (3), Andorra (4) y Marruecos (5).

El nombre del fichero para cada día es *capacidad\_inter\_pbc\_aaaammdd.1*

CAMPO	DESCRIPCIÓN	VALORES VÁLIDOS
Hora	Hora	ENTERO
Fecha	Fecha estado interconexión dd/mm/aaaa	FECHA
Frontera	Identificador de frontera	ENTERO
Capacidad importación	Capacidad importación	REAL
Ocupación importación	Ocupación importación	REAL
Capacidad libre de importación	Capacidad libre de importación	REAL
Capacidad exportación	Capacidad exportación	REAL
Ocupación exportación	Ocupación exportación	REAL
Capacidad libre de exportación	Capacidad libre de exportación	REAL

Tabla 5-3 - Descripción de ficheros capacidad\_inter\_pbc (Fuente: OMIE)

### 5.1.1.3 Precios marginales del Mercado Diario

Fichero con los precios marginales del Mercado Diario para cada una de las horas.

El nombre del fichero es *marginalpdbc\_aaaammdd.1*.

CAMPO	DESCRIPCIÓN	VALORES VÁLIDOS
Año	Año	I4 – 20XX
Mes	Mes	I2 – 1 a 12
Día	Día	I2 – 1 a 31
Hora	Hora	I2 – 1 a 25
MarginalPT	Precio marginal zona Portuguesa	F8.2 – 0.0 a 99999.99
MarginalES	Precio marginal zona Española	F8.2 – 0.0 a 99999.99

Tabla 5-4 - Descripción de ficheros marginal\_pdbc (Fuente: OMIE)

### 5.1.1.4 Curvas agregadas de oferta y demanda de los mercados diarios

Fichero en el que se encuentran todas las ofertas de compra y venta realizadas para cada día, además se incluye el dato de si el binomio precio-energía ha sido casada (C) o no (O).

El nombre del fichero es *curva\_pbc\_aaaammdd.1*.

CAMPO	DESCRIPCIÓN	VALORES VÁLIDOS
HORA	Hora de mercado	ENTERO
Fecha	Fecha para la que se realiza la oferta dd/mm/aaaa	FECHA
País	Indicador país: ES,PT,MI (España,Portugal; o Mibel cuando no haya separación de mercados)	ALFANUMERICO
Unidad	Identificación de unidad (pasada confidencialidad)	ALFANUMERICO
Tipo oferta	Tipo de oferta (Compra o Venta) C/V	ALFANUMERICO
Energía Compra/Venta	Energía Compra/Venta (MWh)	REAL
Precio Compra/Venta	Precio Compra/Venta (EUR/MWh) desde el 1/1/2010 (Precio Compra/Venta (cEUR/kWh) hasta el 31/12/2009) (ver *).	REAL
Ofertada / Programa resultante de casación/ Formación de Precio	Indica si el par energía precio corresponde a la curva de Ofertas presentadas, o al programa resultante de la casación	ALFANUMERICO (O/C)

Tabla 5-5 - Descripción fichero curva\_pbc (Fuente: OMIE)

### 5.1.2 Autoconsumo

En la página web oficial del operador del sistema se puede encontrar los perfiles finales de consumo tipo según la tarifa de PVPC contratada. En el caso de análisis de escenarios de autoconsumo, se parte de un caso de referencia a partir del cual se pueda realizar una extrapolación para los diferentes escenarios a estudiar.

La población española ronda los 46M de habitantes y, según datos del Ministerio de Fomento en 2014, había registrada casi 26M de viviendas. Un estudio del INE (Instituto Nacional de Estadística) indica que aproximadamente el 66,5 % de los españoles viven en viviendas de bloque y el resto en casas unifamiliares.

El panorama actual del autoconsumo en España, éste es bastante precario debida a las políticas energéticas previas. Según una publicación de IDAE (Instituto para la Divesificación y Ahorro de la Energía) existe unna potencia instalada de 1196MW para el autoconsumo, de los cuales 170MW corresponden a energía renovables y 28 MW son de solar fotovoltaica. Aporta, que lejos de los millones de autoconsumidores que tiene Alemania, en España existen alrededor de 1500 autoconsumidores únicamente.

REE tiene disponibles para descargar, como hemos dichos antes, los datos horarios de los perfiles promedio de consumo.

Ilustración 5-2 - Captura de la web de REE para descargar perfiles de consumo (Fuente: REE)

Los ficheros mensuales contienen los datos horarios para cada día del mes de los perfiles promedio de consumo. De la primera a la cuarta columna contiene el año, mes, día y hora respectivamente, la quinta columna indica si es un mes de invierno o verano (información no necesaria para el caso que aplica) y de la sexta a la novena columna contiene el perfil de carga según si el consumidor se acoge a peaje de acceso 2.0A o 2.1A, con peaje de acceso 2.0DHA o 2.1DHA, con peaje de acceso 2.0DHS y 2.1DHS y con peaje de acceso 3.0A o 3.1A. Estos ficheros tienen como nombre PERFF\_aaaamm.txt.

Gracias a estos perfiles promedios y a una curva de generación de una instalación fotovoltaica acorde, según equipos comerciales, a ese consumo tipo se puede obtener el ahorro actual en MWh en horas de generación.

## 5.2 Metodología

### 5.2.1 Caso Base

En primer lugar, se genera el caso base y evaluarlo para ver cómo de óptimo son los resultados obtenidos y cómo de similar es respecto al caso base.

Para ello, hay que crear para cada día del año las matrices VENTA, COMPRA y ATC que serán almacenadas en ficheros de texto llamados VENTA\_aaaammdd.txt, COMPRA\_aaaammdd.txt y ATC\_aaaammdd.txt respectivamente. Estos ficheros serán los datos de entrada al programa de casación GEMS.

La matriz VENTA tiene tantas filas como ofertas de venta haya habido en el día más una fila adicional correspondiente a una unidad ficticia que modela la interconexión con Francia, Andorra y Marruecos (los datos para crear esta unidad ficticia se encuentran recogidos en el fichero de texto capacidad\_inter\_pbc\_aaaammdd.txt). Dicha matriz VENTA tiene, a su vez,

2415 columnas para los días de 24 horas, 2315 columnas para el día de 23 horas (26 de marzo) y 2515 columnas para el día de 25 horas (29 de octubre). Cada fila contiene información sobre una oferta de venta realizada por una unidad al mercado diario. La estructura es la siguiente:

- Columna 1: Código del país. Se obtiene esta información del fichero cab\_aaaammdd.1. Vamos a establecer como unidades españolas (país=1) aquellas unidades que sean andorranas (país=4) o marroquíes (país=5).
- Columna 2: En lugar de guardar el nombre de la unidad, guardamos el índice de la fila en el que se encuentra el nombre de la unidad en el vector unidad. El vector unidad se obtiene del fichero cab\_aaaammdd.1.
- Desde la columna 3 hasta la columna 2402 (día de 24 horas), 2302 (día de 23 horas) o 2502 (día de 25 horas), se almacena el precio, la energía y la información referida a si el bloque es divisible y si es retirable para cada tramo de cada hora. Para cada una de las horas del día se tienen 25 tramos que, a su vez, se dividen en 4 columnas que contienen la información anteriormente citada. Dentro de cada hora, la energía a de ser ascendente en los tramos que se oferta, es decir, el precio de la energía que se oferte en el tramo uno debe ser menor al del tramo dos. Esta información se obtiene del fichero det\_aaaammdd.1.
- Columna 2403 (día de 24 horas), 2303 (día de 23 horas) o 2503 (día de 25 horas): Contiene información sobre la potencia máxima de la unidad. Esta información se extrae del fichero cab\_aaaammdd.1.
- Columna 2404 (día de 24 horas), 2304 (día de 23 horas) o 2504 (día de 25 horas): Contiene información sobre el término fijo en Euros (€) de la condición de ingresos mínimos. Esta información la contiene el fichero cab\_aaaammdd.1.
- Columna 2405 (día de 24 horas), 2305 (día de 23 horas) o 2505 (día de 25 horas): Contiene información sobre el término variable en Euros/MWh (€/MWh) de la condición de ingresos mínimos. Esta información la contiene el fichero cab\_aaaammdd.1.
- Columna 2406 (día de 24 horas), 2306 (día de 23 horas) o 2506 (día de 25 horas): Contiene información sobre la máxima rampa de subida de la unidad que es necesario conocer en caso de que exista la condición de gradiente de carga. Esta información la obtenemos del fichero cab\_aaaammdd.1.
- Columna 2407 (día de 24 horas), 2307 (día de 23 horas) o 2507 (día de 25 horas): Contiene información sobre la máxima rampa de bajada de la unidad que es necesario

conocer en caso de que exista la condición de gradiente de carga. Esta información la contiene el fichero `cab_aaaammdd.1`.

- Columna 2408 (día de 24 horas), 2308 (día de 23 horas) ó 2508 (día de 25 horas): Contiene información sobre la máxima rampa de arranque de la unidad que es necesario conocer en caso de que exista la condición de parada programada. Esta información viene dada en el fichero `cab_aaaammdd.1`.
- Columna 2409 (día de 24 horas), 2309 (día de 23 horas) o 2509 (día de 25 horas): Contiene información sobre la máxima rampa de parada de la unidad que es necesario conocer en caso de que exista la condición de parada programada. Esta información la contiene el fichero `cab_aaaammdd.1`.
- Las siguientes columnas hasta la columna 2415 (día de 24 horas), 2315 (día de 23 horas) o 2515 (día de 25 horas) contienen información de la fecha en la que la unidad lanza su oferta. La fecha se expresa por el año (columnas 2410, 2310 o 2510), el mes (columnas 2411, 2311 o 2511), el día (columnas 2412, 2312 o 2512), la hora (columnas 2413, 2313 o 2513), el minuto (columnas 2414, 2314 o 2514) y el segundo (columnas 2415, 2315 ó 2515). Esta información la contiene el fichero `cab_aaaammdd.1`.

La matriz COMPRA tiene tantas filas como unidades de adquisición hayan ofertado en el día más una fila adicional correspondiente a una unidad ficticia que modela la interconexión con, al igual que para el caso de la venta, Francia, Andorra y Marruecos. (Los datos para crear esta unidad ficticia se encuentran recogidos en el fichero de texto `capacidad_inter_pbc_aaaammdd.txt`). Tiene 1208 columnas para los días de 24 horas, 1158 columnas para el día de 23 horas (26 de marzo) y 1258 columnas para el día de 25 horas (29 de octubre). Cada fila contiene información sobre una oferta de compra casada en el mercado diario.

La estructura es la siguiente:

- Columna 1: Código del país. Se obtiene esta información del fichero `cab_aaaammdd.1`. Vamos a establecer como unidades españolas (`país=1`) aquellas unidades que sean francesas (`país=3`), andorranas (`país=4`) o marroquíes (`país=5`).
- Columna 2: En lugar de guardar el nombre de la unidad, guardamos el índice de la fila en el que se encuentra el nombre de la unidad en el vector `unidad`. El vector `unidad` se obtiene del fichero `cab_aaaammdd.1`.
- Desde la columna 3 hasta la columna 1202 (día de 24 horas), 1152 (día de 23 horas) o 1252 (día de 25 horas), se almacena la información referida al precio y a la energía en



cada tramo de cada hora. Cada hora tiene 25 tramos y cada tramo se divide en dos columnas. La primera columna contiene el precio y la segunda la energía. De la misma manera que para la venta, pero a la inversa, el precio de las ofertas de compra de cada hora debe ser descendente en los tramos. Esta información, así como la información sobre el tramo y la hora donde se oferta se obtiene del fichero `det_aaaammdd.1`.

- Desde la columna 1203 (día de 24 horas), 1153 (día de 23 horas) o 1253 (día de 25 horas) hasta la última columna, se almacena la fecha en la que fue lanzada la oferta de compra. Esta fecha se expresa con el año (1203, 1153 o 1253), el mes (1204, 1154 o 1254), el día (1205, 1155 o 1255), la hora (1206, 1156 o 1256), el minuto (1207, 1157 o 1257) y el segundo (1208, 1158 o 1258). Esta información se obtiene del fichero `cab_aaaammdd.1`.

La matriz ATC contiene la información acerca de la interconexión entre España y Portugal. Esta información se extrae del fichero `capacidad_inter_pbc_aaaammdd.txt`. La información acerca de la interconexión con Francia, Andorra y Marruecos no se recogen en esta matriz. Por ello se crea en las matrices VENTA y COMPRA una unidad que modele estas interconexiones. Para crear las matrices anteriormente descritas, se utiliza el programa MATLAB. Las funciones utilizadas se encuentran en el Anexo A.

- Función `import_cab.m` extrae la información del fichero `cab_aaaammdd.1`.
- Funciones `import_letrasdet.m` e `import_numdet.m` extraen la información del fichero `det_aaaammdd.1`.
- Función `import_pbc.m` extrae la información acerca de la interconexión entre España y Portugal del fichero `capacidad_inter_pbc_aaaammdd.txt`.
- Función `import_capacidad.m` extrae la información acerca de la interconexión entre España y Francia, Andorra y Marruecos del fichero `capacidad_inter_pbc_aaaammdd.txt`.
- Funciones `CreaVenta17.m`, `Crea23Venta17.m` y `Crea25Venta17.m` crean las matrices VENTA para los días de 24 horas, 23 horas y 25 horas respectivamente.
- Funciones `CreaCompra17.m`, `Crea23Compra17.m` y `Crea25Compra17.m` crean las matrices COMPRA para los días de 24 horas, 23 horas y 25 horas respectivamente.
- Función `CreaATC17.m` crea la matriz ATC.

- Función *Anio\_17.m* crea, para cada día del año, las matrices de VENTA, COMPRA y ATC y las almacena en ficheros de texto. Contiene todas las funciones anteriores.

Una vez sea ejecutada la función *Anio\_2017\_JG17.m*, se puede ejecutar el algoritmo de casación GEMS. De la ejecución de este algoritmo obtenemos, para cada día del año, los ficheros *Resumen\_aaaammdd.txt* y *ResVenta\_aaaammdd.txt*.

- *Resumen\_aaaammdd.txt* contiene la siguiente información para cada una de las horas del día: precio de casación en España (país 1) y en Portugal (país 2) expresado en €/MWh, energía total de compra, energía total de venta y energía total de exportación expresada en MWh para cada uno de los dos países y bienestar total de la casación, welfare, en €.
- *ResVenta\_aaaammdd.txt* recoge la información de todas las unidades casadas de venta. Cada una de sus filas almacena la siguiente información: unidad que ha sido casada, país al que pertenece, y precio (€/MWh) y energía (MWh) casado por esa unidad en cada hora.

Para evaluar el programa de casación utilizado (GEMS) se compara, para cada día del año, el bienestar de mercado derivado de las soluciones obtenidas, con el bienestar que resulta de las soluciones de EUPHEMIA (datos obtenidos de ficheros de OMIE). Aquella solución que presente mayor bienestar de mercado será la solución más óptima. Las funciones creadas para calcular el bienestar de los resultados de EUPHEMIA y para almacenar aquellos días en los que los resultados obtenidos con GEMS son mejores que los de EUPHEMIA, se encuentran en el Anexo B.

- Función *import\_curva\_2017.m* extrae la información de los ficheros *curva\_pbc\_aaaammdd.txt*.
- Función *Welfare\_2017.m* calcula, para cada día del año, el bienestar de los resultados de EUPHEMIA y los almacena en un fichero de texto llamado *welfareOMIE\_2017.txt*. La información necesaria para poder realizar esta función se extrae de los ficheros *curva\_pbc\_aaaammdd.txt*.
- Función *import\_resumen\_2017.m* para extraer la información referida al bienestar del mercado del fichero *Resumen\_aaaammdd.txt*.
- Función *Welfare\_mayor\_2017.m* calcula el tanto por ciento de días en que las soluciones obtenidas por el algoritmo de casación utilizado en este proyecto son mejores que las obtenidas por EUPHEMIA y almacena en un fichero de texto tales días.

De aplicar estas funciones, resulta que el 67,67% de los días del año, el resultado obtenido es mejor que el resultado de EUPHEMIA. Esto pone de manifiesto que el algoritmo de casación utilizado encuentra soluciones óptimas que EUPHEMIA para la mayoría de los días y por tanto el caso base del que se parte en este trabajo es distinto del real, pero válido.

Welfare	Nº Días	Porcentaje
Welfare Menor	96	26.30%
Welfare Igual	22	6.03%
Welfare Mayor	247	67.67%

Tabla 5-6 - Resultados comparativa Welfare

### 5.2.2 Escenarios autoconsumo

En este apartada se explica el proceso de creación de escenarios de autoconsumo.



Ilustración 5-3 - Diagrama de flujo de creación de escenarios de autoconsumo

Los escenarios que se estudian son según el tanto por ciento de autoconsumidores existan en España. Sabiendo el número de autoconsumidores existentes en 2017, el ahorro horario que implica una instalación fotovoltaica para un hogar con un perfil de consumo promedio dado por REE se podrá calcular la cantidad de energía a retirar para cada hora en los diferentes escenarios de estudio.

Escenarios de análisis:

- Escenario 1: El 1% de la población es autoconsumidora.
- Escenario 2: El 2% de la población.
- Escenario 3: El 5% de la población tiene instalación de autoconsumo PV.
- Escenario 4: El 7% de la población.
- Escenario 5: El 10% de la población.
- Escenario 6: El 20% de la población está conectada a una instalación de autoconsumo.

- Escenario 7: EL 30% de la población es autoconsumidora.

Puede sonar atrevido decir que algún día el 10% de la población española se encuentre conectado a una instalación de autoconsumo, pero teniendo en cuenta las nuevas políticas energéticas y el énfasis hecho en la oportunidad del autoconsumo puede dar pie al desarrollo de autoconsumo compartido en bloques de edificios, en edificios de oficinas o el desarrollo de cooperativa de autoconsumo. Este tipo de crecimiento justificaría los escenarios de estudio de porcentajes tan altos.

En primer lugar, tras haber descargado los perfiles promedio de consumo de la web oficial de REE, se ha obtenido 4 curvas de consumo diario, una para cada estación de año. Primavera (marzo, abril y mayo), verano (junio, julio y agosto), otoño (septiembre, octubre y noviembre) e invierno (enero, febrero y diciembre). Se ha calculado una media para cada hora de todos los días que componen los meses de la estación pertinente.

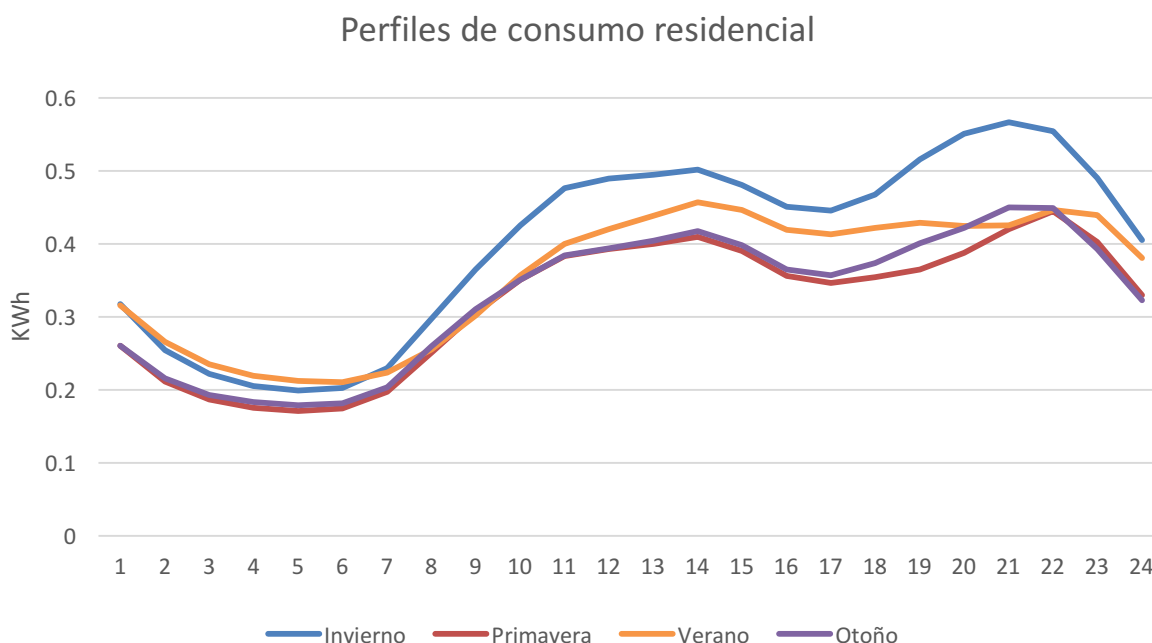


Ilustración 5-4 - Perfiles promedio estacionales.

Las funciones empleadas se encuentran en el anexo C.

- Funciones *import\_perf31.m*, *import\_perf30.m* e *import\_perf28.m* obtienen la información de los ficheros PERFF\_\*\*\*amm.txt, según si el mes es de 31,30 o 28 días.
- Función *CreaPerfil\_tot.m* selecciona la información del fichero PERFF\_\*\*\*amm.txt que se requiere y lo ordena.

- Función *CreaPerfil\_est.m* crea un fichero de texto con la media para cada hora de todos los días que componen los meses de cada estación pertinente.
- Función *Anio\_17\_PERF.m* contiene todas las funciones anteriores. Recorre el año día a día almacenando en una variable la información ordenada con *CreaPerfil\_tot.m*, la guarda en un fichero de texto y posteriormente con *CreaPerfil\_est.m* se generan los ficheros de texto con los perfiles promedio de consumo por estación.

Teniendo unos perfiles de generación fotovoltaica, de una instalación acorde al tipo de consumo, estacionales se puede calcular el ahorro obtenido en cada hora para un consumidor. Realizando una extrapolación se puede calcular el ahorro horario de cada uno de los escenarios, restárselo a las ofertas de compra a precio instrumental (180.3 €/MWh), confeccionando los nuevos ficheros de compra.

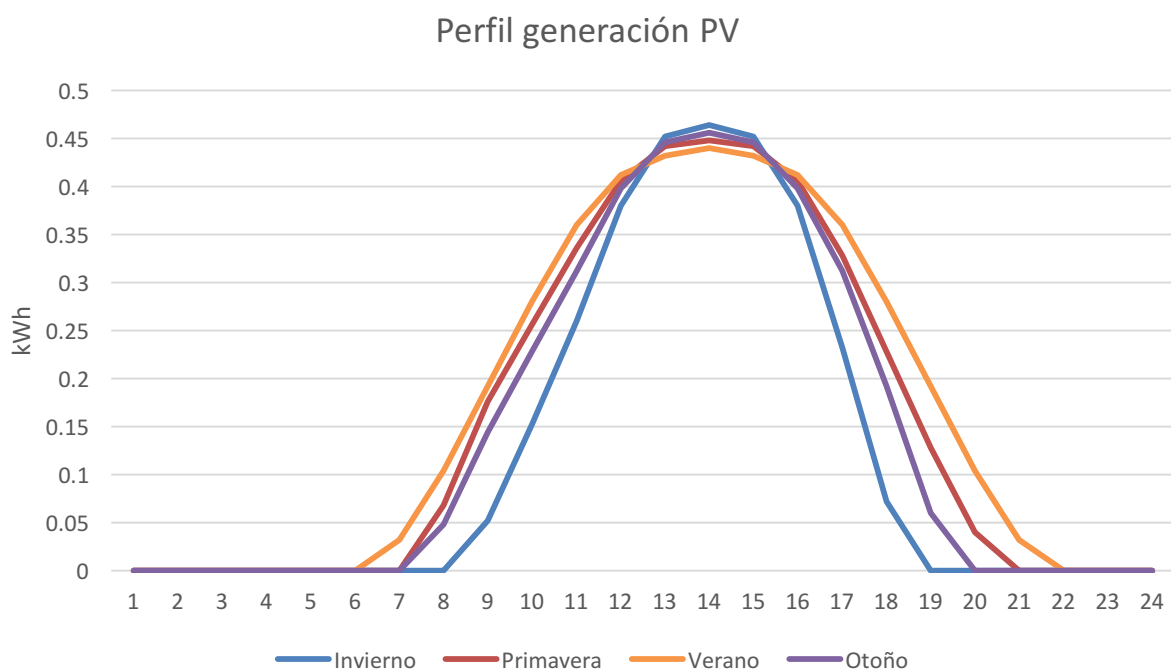


Ilustración 5-5 - Perfil estacional de generación PV

Las funciones empleadas se encuentran en el anexo C.

- Funciones *import\_compra.m*, *import\_compra23.m* e *import\_compra25.m* obtiene en un matriz el fichero de compra del caso base de los ficheros COMPRA\_aaaammdd.txt, según si el día es de 24 horas, 23 horas o 25 horas, respectivamente.

- Función *Extrapolam*, en función del mes y del tanto por ciento del escenario de estudio devuelve la cantidad de energía a ahorrar para cada hora.
- Función *COMPRA\_AC.m* tomando como dato la matriz de compra del caso base y el vector de ahorro de energía, devuelve una matriz con el nuevo fichero de compra.
- Función *Anio\_17\_AC.m* contiene todas las funciones anteriores. Recorre el año día a día creando y guardando en ficheros de texto los nuevos ficheros de compra del escenario en cuestión.

Tras pasar por el proceso de casación, GEMS, lo nuevos ficheros de COMPRA con los ficheros de VENTA, que no se modifican, y los ficheros ATC, se obtendrán unos ficheros Resumen\_aaaammdd.txt y ResVenta\_aaaammdd.txt, de los cuales se podrán obtener los datos y resultados para su posterior análisis y comparación.

#### 5.2.2.1 Escenario autoconsumo con almacenamiento

El proceso de realización del estudio en el que se tiene en cuenta una instalación de autoconsumo junto con baterías de almacenamiento es exactamente el mismo que el caso anterior, se toman los ficheros de compra del caso de partida, se modifican de tal manera que se elimina oferta de compra a 180.3 €/MWh en las horas con generación de energía eléctrica, y además en caso que exista excedente de generación en las horas centrales del día, se elimina, oferta de la zona horizontal superior de la curva de demanda en horas del repunte de consumo nocturno. De manera que el perfil de consumo de un hogar con instalación de generación fotovoltaica con baterías de almacenamiento sería algo parecido a la siguiente gráfica. Teniendo esto y el estado actual de autoconsumo se realiza una extrapolación para según qué escenario se analice.

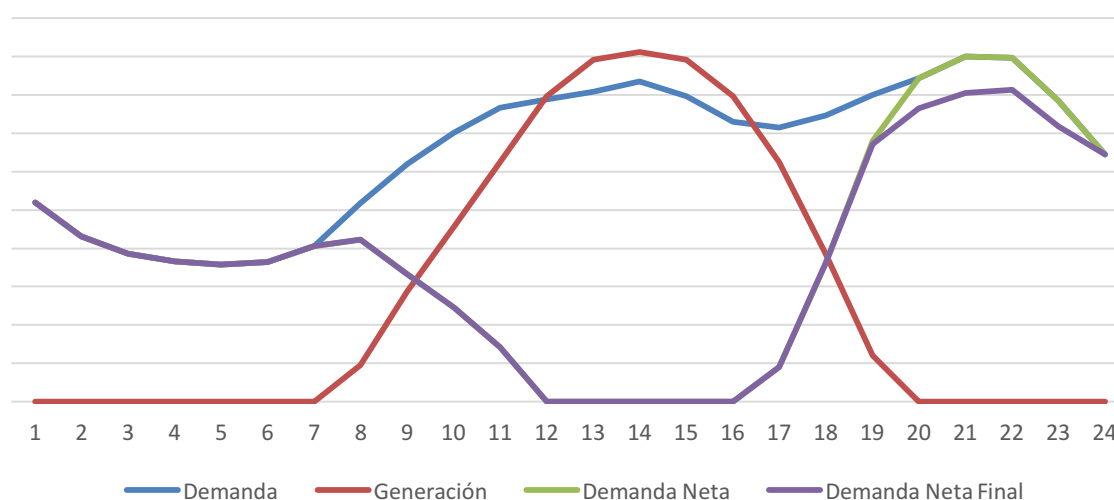


Ilustración 5-6 - Perfil de consumo resultante de autoconsumo y almacenamiento

Las funciones de MATLAB utilizadas para la generación de los ficheros de compra para los distintos escenarios de autoconsumo con baterías de almacenamiento se encuentran en el anexo C.

- Funciones *import\_compra.m*, *import\_compra23.m* e *import\_compra25.m* obtiene en un matriz el fichero de compra del caso base de los ficheros COMPRA\_aaaammdd.txt, según si el día es de 24 horas, 23 horas o 25 horas, respectivamente.
- Función *Extrapol.m*, en función del mes y del tanto por ciento del escenario de estudio devuelve la cantidad de energía a ahorrar para cada hora y la cantidad de energía del excedente de generación a eliminar en horas punta.
- Función *COMPRA\_AC\_ALM.m* tomando como dato la matriz de compra del caso base, el vector de ahorro de energía y la cantidad de energía del excedente de generación, devuelve una matriz con el nuevo fichero de compra.
- Función *Anio\_17\_AC\_ALM.m* contiene todas las funciones anteriores. Recorre el año día a día creando y guardando en ficheros de texto los nuevos ficheros de compra del escenario en cuestión.

### 5.2.3 Escenarios desplazamiento de carga

En el apartado que procede se describe el proceso para la creación de los ficheros de compra de los escenarios de estudio del desplazamiento de carga.

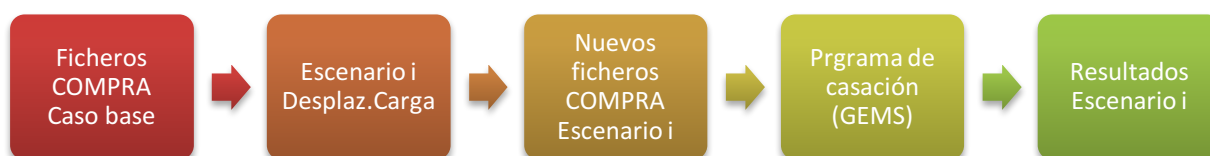


Ilustración 5-7 - Diagrama de flujo de creación de escenarios de desplazamiento de carga

Los porcentajes de los escenarios de análisis son según la energía casada a precio máximo (180.3 €/MWh) en horas pico, es decir, qué cantidad de la energía consumida en horas punta se va desplazar hacia horas valle.

Los escenarios de estudio son los siguientes:

- Escenario 1: Desplazamiento del 1.5% de la energía.
- Escenario 2: Desplazamiento del 3%.
- Escenario 3: Se desplaza el 6% hacia horas valle.

Decir que, aproximadamente el 40% de los ofertantes de energía a precio instrumental son consumidores residenciales. Por tanto, si hablamos de que el 1.5% de la energía total consumida en horas pico se desplaza, equivaldría a decir que el 3.75% de los hogares realizasen desplazamiento de carga. El 3% del total se corresponde con el 7,5% de los consumidores residenciales y el 6% equivale al 15% de pequeños consumidores.

En primer lugar, lo que se ha realizado es leer de los ficheros de compra del caso de partida la cantidad de energía (MWh) que se está ofertando a precio instrumental en las horas punta del día (13:00h-22:00h), tramo horizontal superior de la curva de oferta. Una vez obtenido este dato, junto con el porcentaje del caso de estudio, se tiene la cantidad de energía que se mueve de zona pico a zona valle para el día en cuestión. Eligiendo cuatro horas punta comunes de los periodos de invierno y verano, horas 18, 19, 20 y 21, no se retira la misma cantidad de energía en cada hora, sino que la retirada se hace de manera proporcional a la consumida para cada hora. Posteriormente se añade en cuatro horas en las que el precio de consumo está en valle, normalmente son horas nocturnas. De la misma manera que para la retirada, la energía que se añade se hace de manera proporcional a cada una de la energía consumida en las horas valle a añadir. Para el estudio realizada las horas elegidas para añadir la carga son las horas 1, 2, 3 y 24. Finalmente, el matriz resultante será el fichero de compra para el escenario analizado.

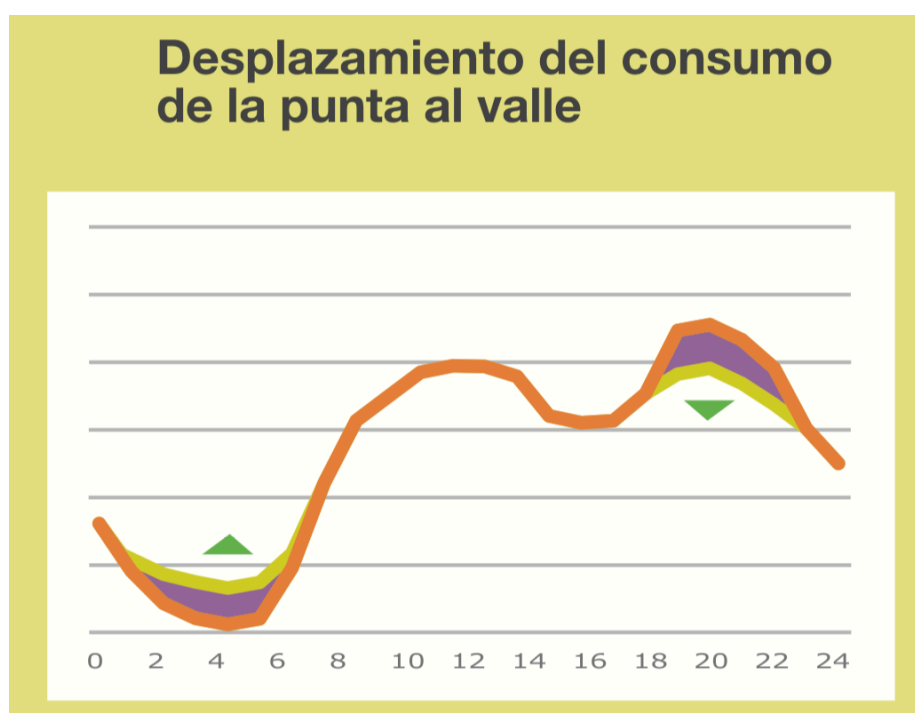


Ilustración 5-8 - Desplazamiento de carga (Fuente: REE)



Las funciones utilizadas para la realización del análisis se encuentran en el anexo D.

- Funciones *import\_compra.m*, *import\_compra23.m* e *import\_compra25.m* obtiene en un matriz el fichero de compra del caso base de los ficheros COMPRA\_aaaammdd.txt, según si el día es de 24 horas, 23 horas o 25 horas, respectivamente. Son las misma que las utilizadas para el estudio del efecto del autoconsumo.
- Función *Leer\_Pmax\_LS.m* para las horas indicadas lee la cantidad de energía ofertada a 180.3 €/MWh de los ficheros de compra del caso de partida COMPRA\_aaaammdd.txt, y lo devuelve en una variable.
- Función *COMPRA\_LS.m* con los ficheros COMPRA\_aaaammdd.txt del caso base, las horas punta en las que se elimina, las horas valle en las que se añade y la energía a desplazar para cada hora, devuelve una matriz con la compra del caso base reestructurada.
- Función *Anio\_17\_LS.m* contiene todas las funciones anteriores. Recorre todos los días del año y guarda las nuevas matrices de compra como ficheros de texto.

Una vez obtenidos los nuevos ficheros de COMPRA de cada uno de los escenarios de estudio, se hacen casar con los ficheros de VENTA del caso base, que no varían, en el programa de casación GEMS, y se obtienen los nuevos ficheros Resumen\_aaaammdd.txt y ResVenta\_aaaammdd.txt que se utilizarán para el posterior análisis y comparación.

#### 5.2.4 Escenarios de desplazamiento de carga con autoconsumo

En este apartado se describe el proceso y funciones de MATLAB utilizadas para la la creación de escenarios en los que se tienen tanto instalaciones de autoconsumo instantáneo, sin posibilidad de almacenamiento, junto a desplazamientos de carga de horas pico a horas valle.

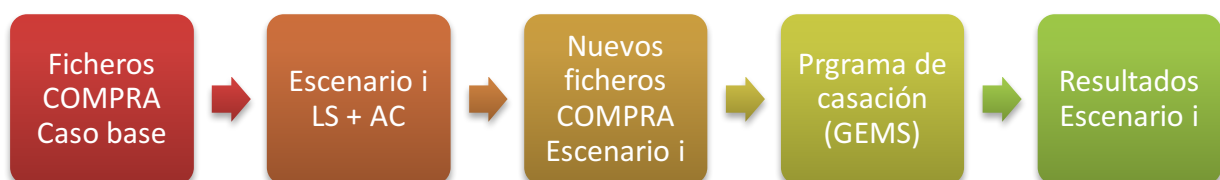


Ilustración 5-9 - Diagrama de flujo de creación de escenarios

Tal y como se puede observar el proceso para el estudio de los diferentes escenarios es prácticamente el mismo, lo único que cambia son los ficheros de compra a pasar por el proceso de casación.

Los escenarios de estudio serán los siguientes:

- Escenario 1: 1,5% de desplazamiento de carga con 2% de autoconsumo.
- Escenario 2: 1,5% de desplazamiento de carga con 7% de autoconsumo.
- Escenario 3: 3% de desplazamiento de carga con 5 % de autoconsumo.

De igual manera que los escenarios de autoconsumo instantánea simple, teniendo los cuatro perfiles de consumo estacionales con los cuatros perfiles de generación, uno por cada estación del año se calcula la energía a ahorrada en cada hora para con la instalación de autoconsumo PV para cada uno de los cuatro perfiles de consumo-generación y se extrapola según el tanto por ciento de autoconsumo supuesto. Posteriormente recorriendo entrando en el fichero de la compra, en las horas de generación PV, se elimina la energía ahorrada para cada hora en ofertas de compra a 180.3 €/MWh. Del mismo modo que para el desplazamiento de carga anterior, pero partiendo del fichero de compra de autoconsumo, se eliminar un tanto por ciento de energía a precio instrumental de cuatro horas punta y se va introduciendo en 4 horas valle. De la misma forma que antes, tanto la retirada de energía de las horas pico como la introducción de ésta en horas valle se realiza de manera proporcional a la energía consumida en cada una de las horas.

Perfil tipo Despl. Carga con Autoconsumo

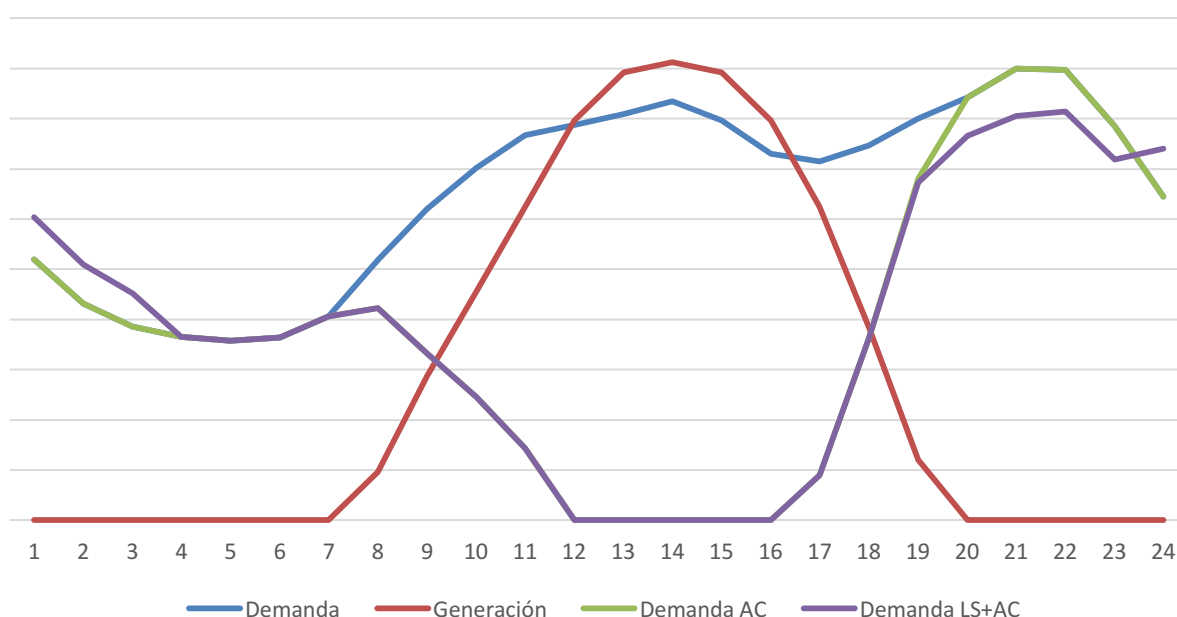


Ilustración 5-10 - Curva de consumo resultante de LS con AC

Al ser unos escenarios en los que se mezclan los explicados previamente las funciones utilizadas son recicladas a partir de las anteriores. Las funciones utilizadas para la modificación de los ficheros de compra de estos escenarios pueden encontrarse en el anexo E.

- Funciones *import\_compra.m*, *import\_compra23.m* e *import\_compra25.m* obtiene en un matriz el fichero de compra del caso base de los ficheros COMPRA\_aaaammdd.txt, según si el día es de 24 horas, 23 horas o 25 horas, respectivamente. Son las misma que las utilizadas para el estudio de los escenarios anteriores.
- Función *Extrapol.m*, en función del mes y del tanto por ciento del escenario de estudio devuelve la cantidad de energía a ahorrar para cada hora.
- Función *COMPRA\_AC.m* tomando como dato la matriz de compra del caso base y el vector de ahorro de energía, devuelve una matriz compra modificada y posteriormente realizar el desplazamiento de carga.
- Función *Leer\_Pmax\_LS.m* para las horas indicadas lee la cantidad de energía ofertada a 180.3 €/MWh de los ficheros de compra del tras haber modificado por el autoconsumo, y lo devuelve en una variable.
- Función *COMPRA\_LS.m* con la matriz compra modificada por el autoconsumo, las horas punta en las que se elimina, las horas valle en las que se añade y la energía a desplazar para cada hora, devuelve una matriz con la compra del caso base reestructurada.
- Función *Anio\_17\_LS\_AC\_1.m* contiene todas las funciones anteriores. Recorre todos los días del año y guarda las nuevas matrices de compra como ficheros de texto.

Al igual que en el resto de estudio de casuísticas, tras haber generado los ficheros de compra pertinentes de para cada escenario de análisis, se procede a realizar la casación con los ficheros de venta e interconexión (ATC). Se obtendrán unos ficheros Resumen\_aaaammdd.txt y ResVenta\_aaammdd.txt que se utilizarán para el análisis de resultados.

### 5.2.5 Preparación de resultados para su análisis

Tras haber ejecutado la casación de cada uno de los escenarios de estudio, tanto para el autoconsumo como para el desplazamiento de carga y el caso base, se procede a evaluar la evolución de los precios y energías de cada uno de los escenarios respecto al caso de partida. De este modo se podrá analizar el efecto que tienen el autoconsumo y el desplazamiento de carga sobre el precio y la energía en el Mercado Diario de la electricidad.

En primer lugar, tanto para el caso base como para los escenarios generados, se almacena en un único fichero anual la información de `Resumen_aaaammdd.txt` que devuelve el programa de casación.

Haciendo uso de los ficheros de compra `COMPRA_aaaammdd.txt` de entrada al programa de casación GEMS y del precio que se devuelve en los ficheros resumen, se ha calculado el ahorro que supondría el efecto de la reducción del precio para comercializadoras y pequeños consumidores que realizan las ofertas a 180.3 €/MWh. Calculandose como el producto de la nueva demanda a precio máximo por la diferencia de precios marginales.

Por último, se hace uso del programa Excel para la representación e interpretación de los resultados obtenidos.

Las funciones utilizadas para ello se encuentran en el anexo F.

- Función *import\_resumen.m* extrae la información de los ficheros devueltos por el programa de casación `Resumen_aaaammdd.txt`.
- Función *EnergiaPrecio2017.m* contiene la función anterior y recorre el año día a día almacenando en un único fichero la información previamente extraída de `Resumen_aaaammdd.txt`.
- Función *OfertaInstrumental.m* genera un fichero con la cantidad de energía ofertada a 180.3 €/MWh en cada hora del año para cada uno de los escenarios estudiados.

## 6 RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados de los ensayos realizados comparándose con el case base de partida y entre ellos. Los resultados de precios y energías que se muestran se corresponden con el mercado español únicamente.

### 6.1 Autoconsumo

En primer lugar, se muestra unas gráficas de cuatro días tipo estacionales, es decir un día de cada estación para ver cómo se ven afectados los precios horarios marginales y energía casada a lo largo del día para cada uno de los escenarios.

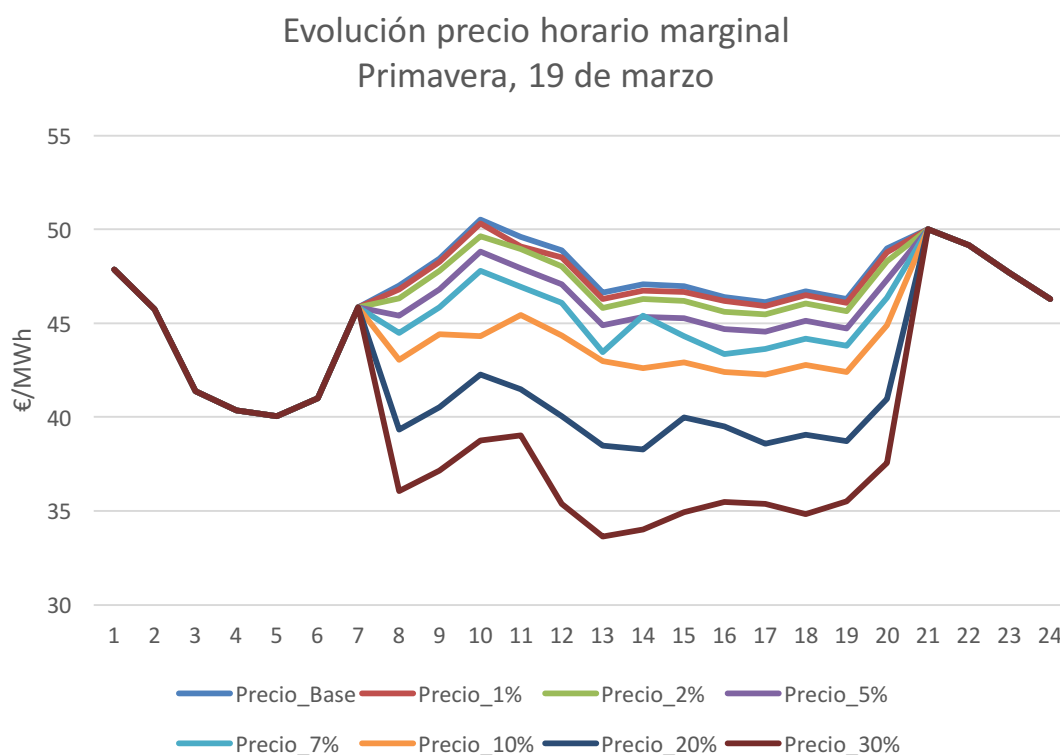


Ilustración 6-1 - Precio marginal horario en un día tipo de verano

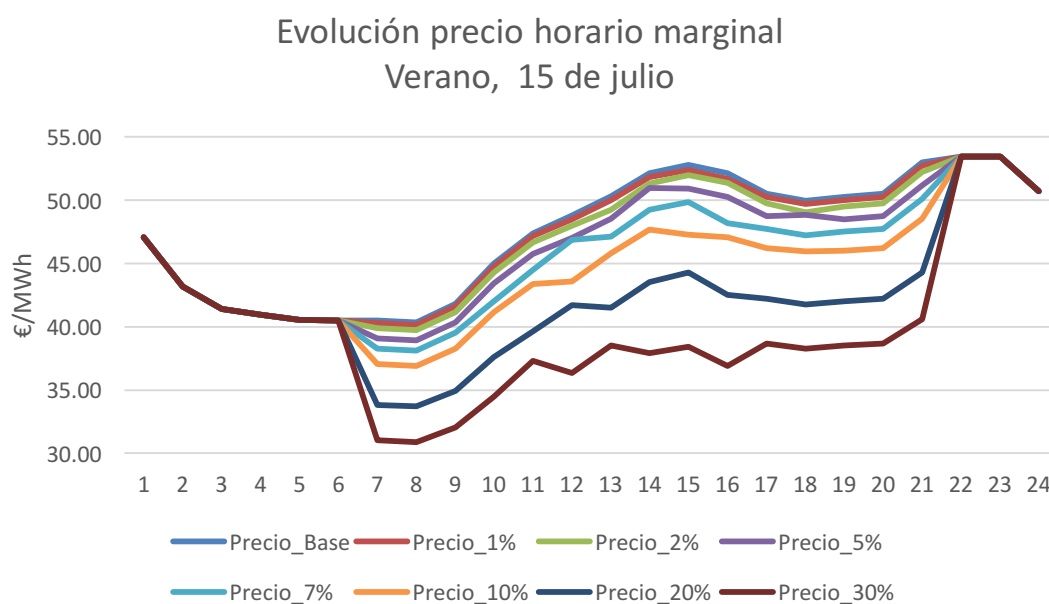


Ilustración 6-2 - Precio marginal horario en un día tipo de primavera

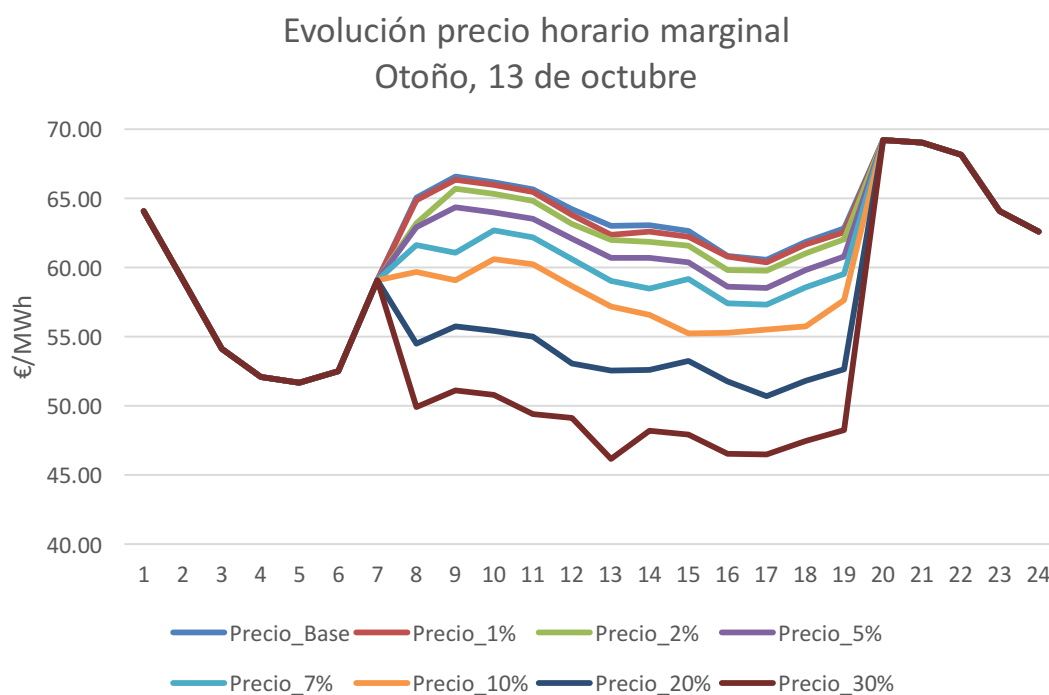


Ilustración 6-3 - Precio marginal horario en un día tipo de otoño

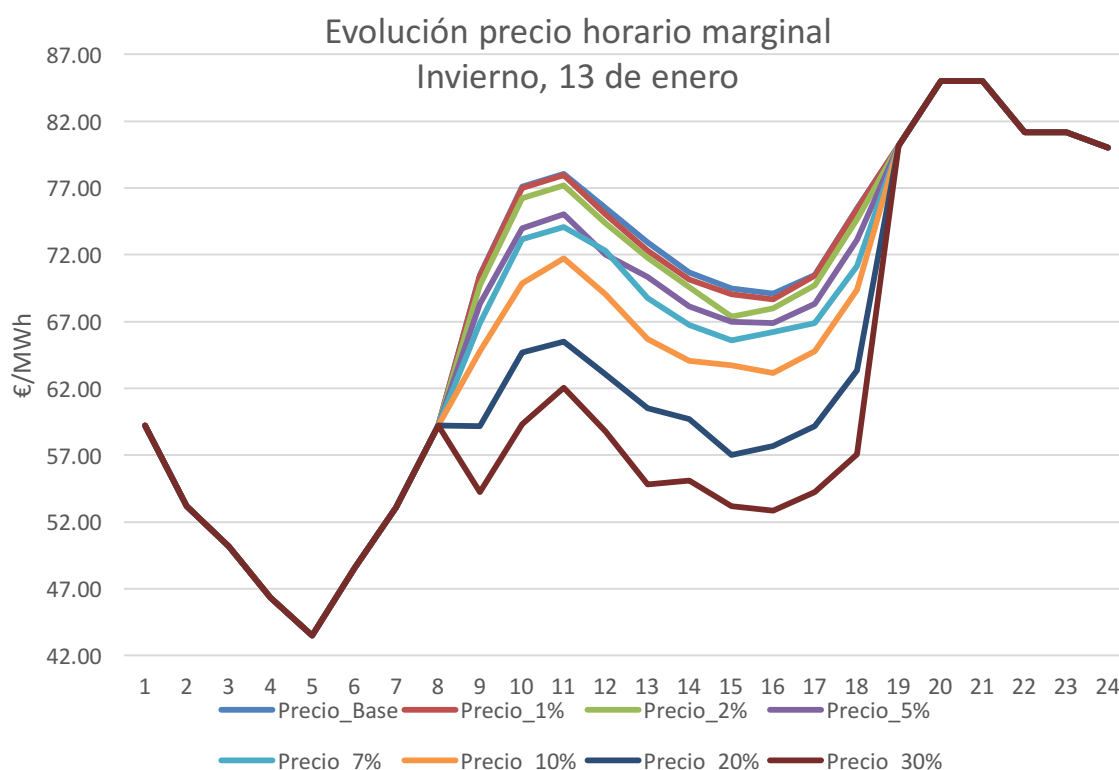


Ilustración 6-4 - Precio marginal horario en un día tipo de invierno

Como puede observarse, para cada una de las estaciones las horas en las que varía el precio es diferente dado que para cada estación el perfil de generación es diferente. Como era de esperar a medida que aumenta el porcentaje del escenario estudiado menor es el precio de casación obtenido.

Como era de espera, para aquellas horas en las que las ofertas de compra no han sido modificadas, el desvío respecto al caso base de partida es mínimo y en la mayoría de los casos, nulo.

De la misma manera sucede con la energía negociada para cada hora, esta disminuirá con el crecimiento del autoconsumo. A continuación, se muestran gráficas para los cuatro días tipo de cada estación.

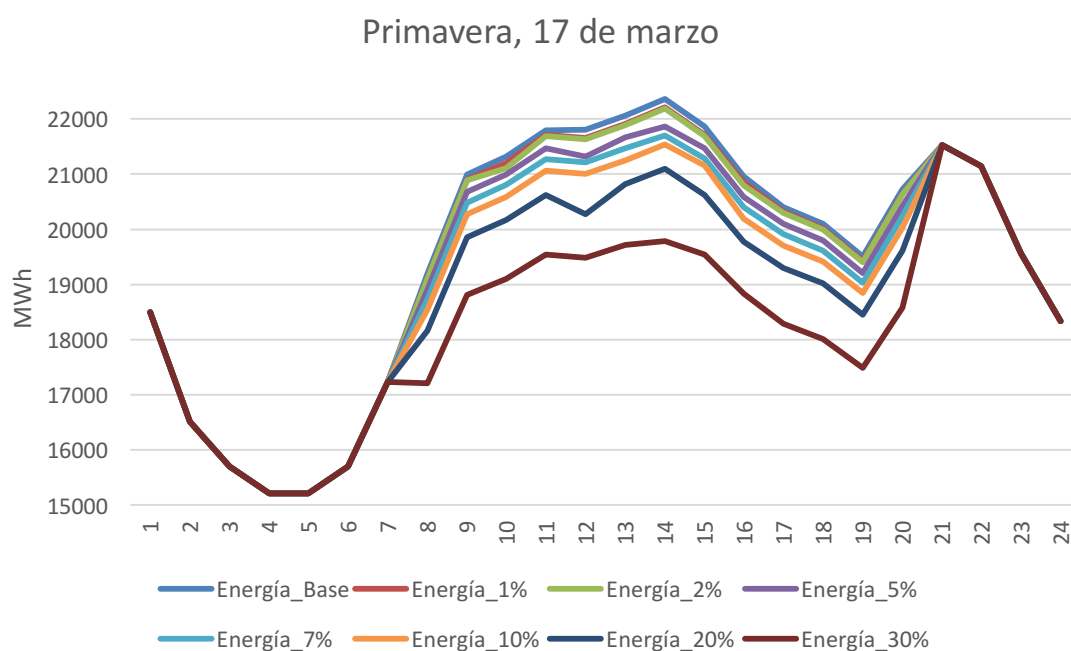


Ilustración 6-5 – Evolución horaria de la energía negociada en un día tipo de primavera

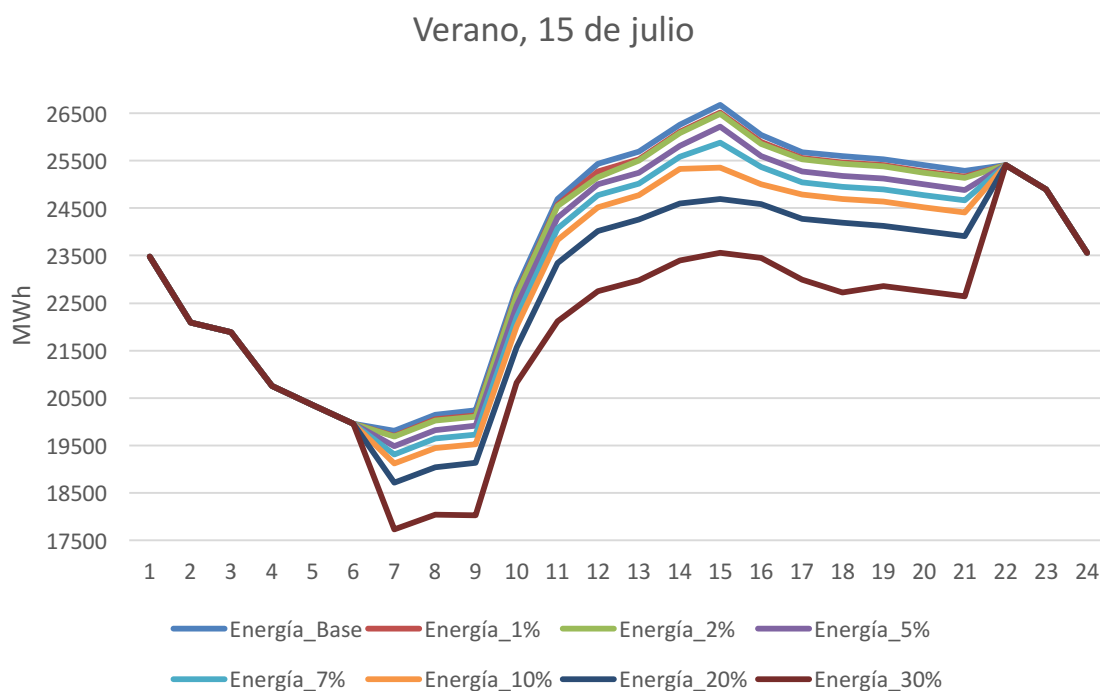


Ilustración 6-6 - Evolución horaria de la energía negociada en un día tipo de verano



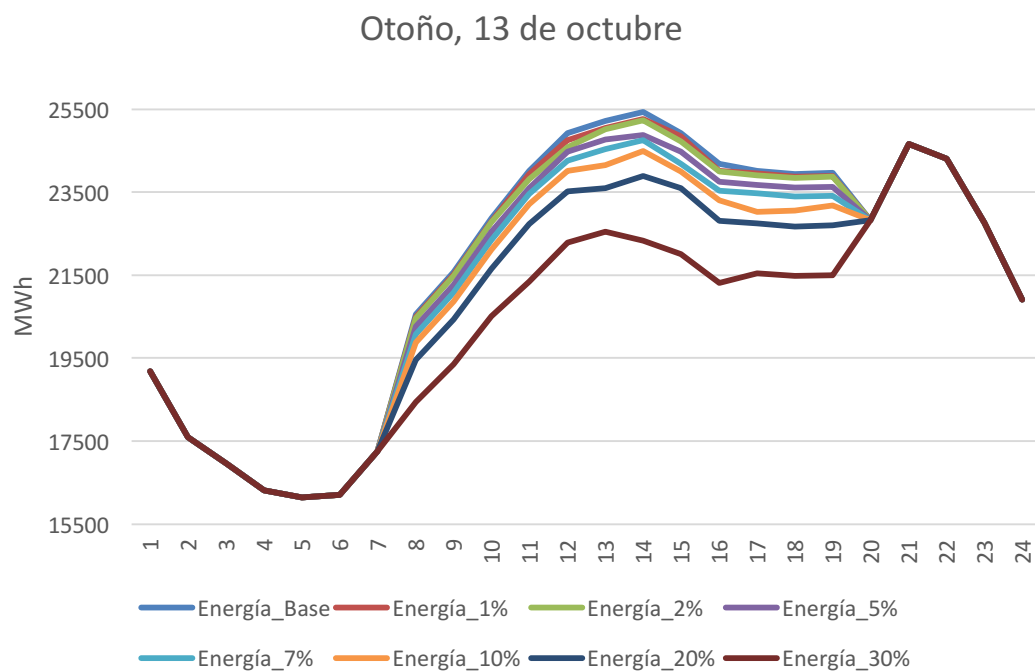


Ilustración 6-7 - Evolución horaria de la energía negociada en un día tipo de otoño

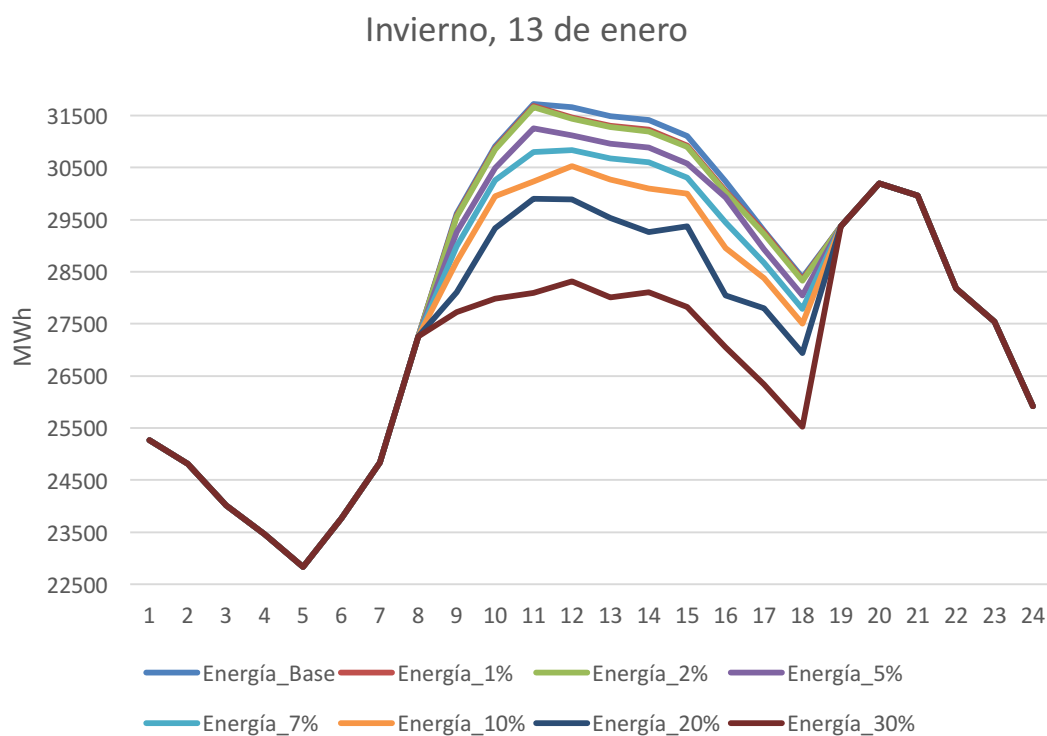


Ilustración 6-8 - Evolución horaria de la energía negociada en un día tipo de invierno

De las gráficas anteriores, de los cuatro días tipo estacionales, se puede observar cómo va disminuyendo tanto el precio marginal como la energía casada a medida que aumenta el porcentaje en los escenarios. Sin embargo, para el caso del precio puede darse la situación que el precio aumente para alguna respecto al escenario anterior. Esto sucede debido a las condiciones complejas de las unidades de generación. No ocurre lo mismo con la energía, dado que por mucho que varíe la curva de casación compleja respecto a la simple, la energía siempre será menor.

En las próximas imágenes se muestra la evolución de los precios marginales medios de manera mensual, estacional y anual de diferentes maneras.

### Evolución de los precios (Mensual)

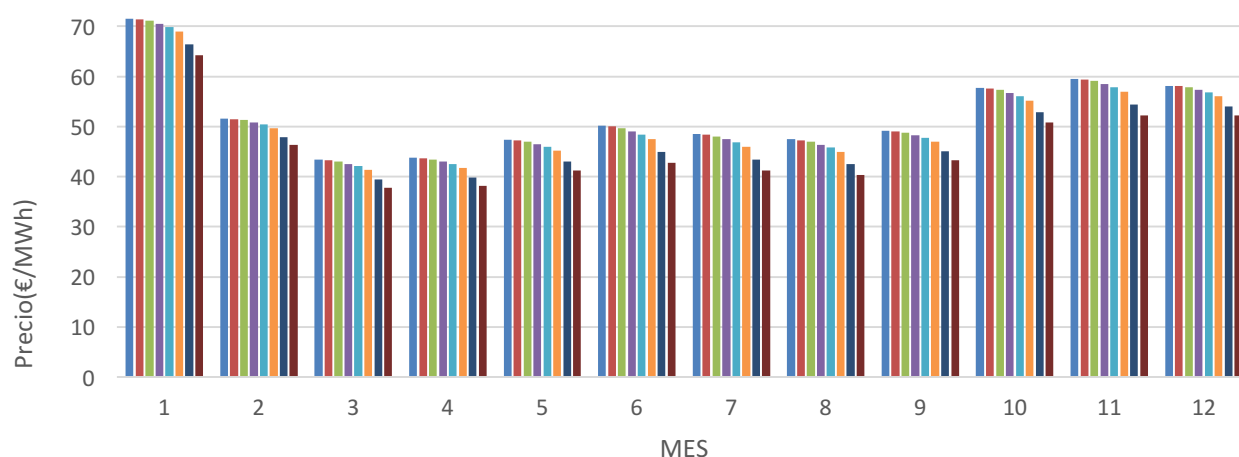


Ilustración 6-9 - Evolución mensual de los precios para cada uno de los escenarios

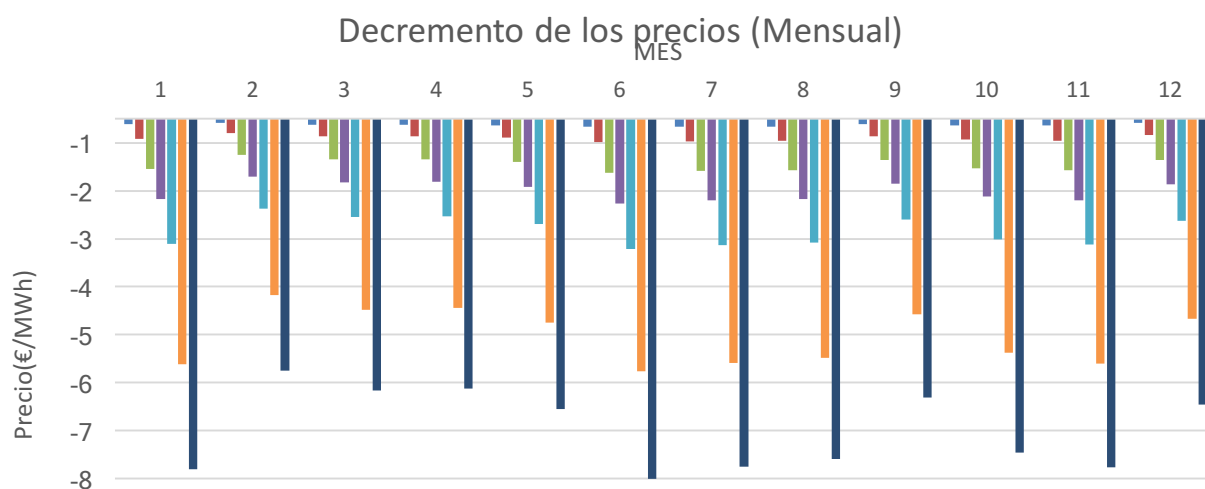


Ilustración 6-10 - Evolución mensual del decremento de precios marginales

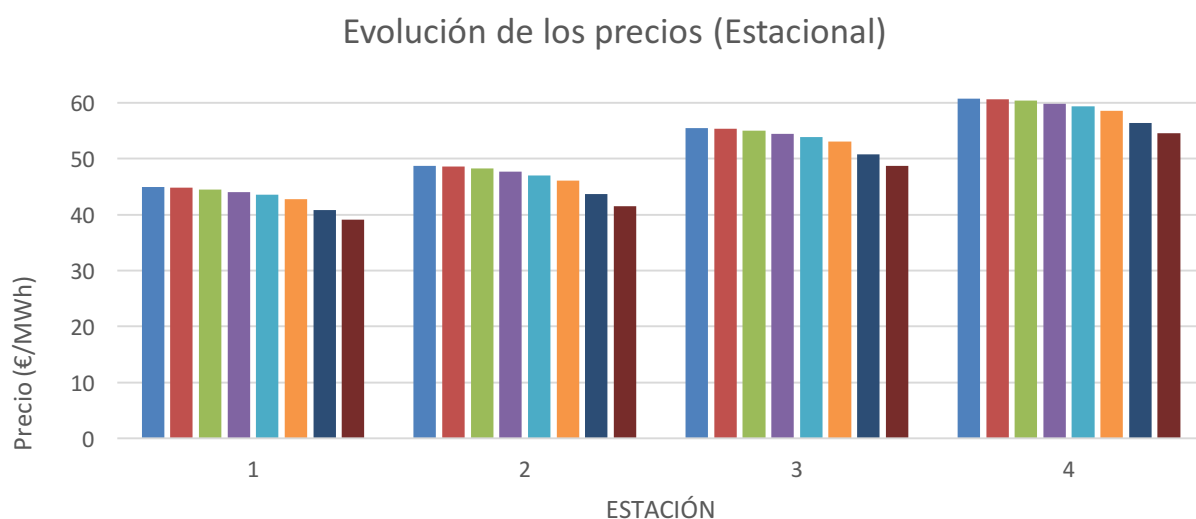


Ilustración 6-11 - Evolución estacional de los precios marginales

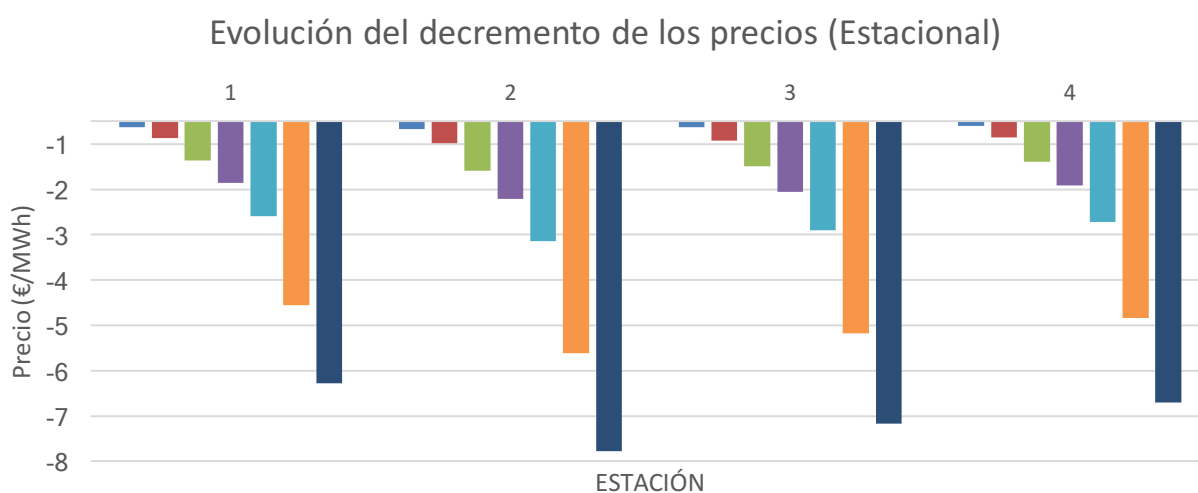


Ilustración 6-12 - Evolución estacional del decremento de precios marginales

Como se contempla en las gráficas expuestas de evolución de precios marginales medios mensuales y estacionales, es en los meses de verano cuando mayor es la reducción obtenida en el precio. Es lógico esto que sucede puesto que es durante los meses de junio, julio y agosto (meses contemplados como verano en el estudio) cuando mayor generación de electricidad se consigue con la instalación fotovoltaica, dado que las horas de producción son mayores y el porcentaje de días de generación también es mayor puesto que los días nublados en verano son bastante menores que en el resto de las estaciones.

A continuación, se muestra las variaciones a nivel de la media anual en valor, en decremento y en porcentaje de decremento del precio medio anual comparándose con el efecto del precio en las horas centrales del día donde se produce generación.

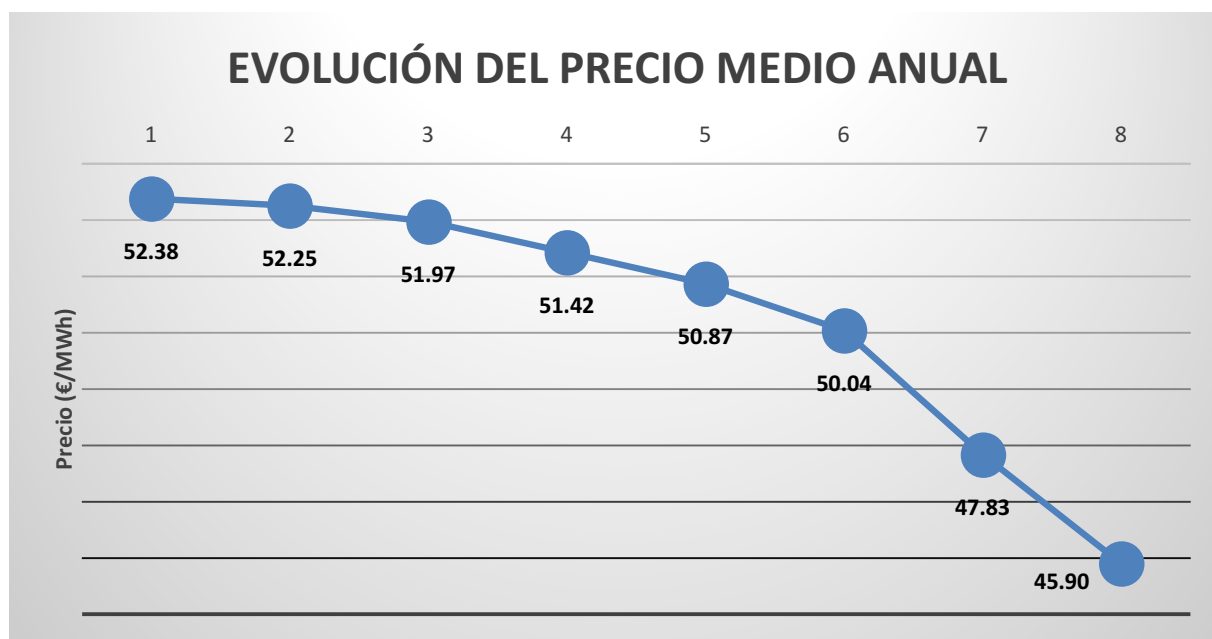


Ilustración 6-13 - Evolución del precio medio anual

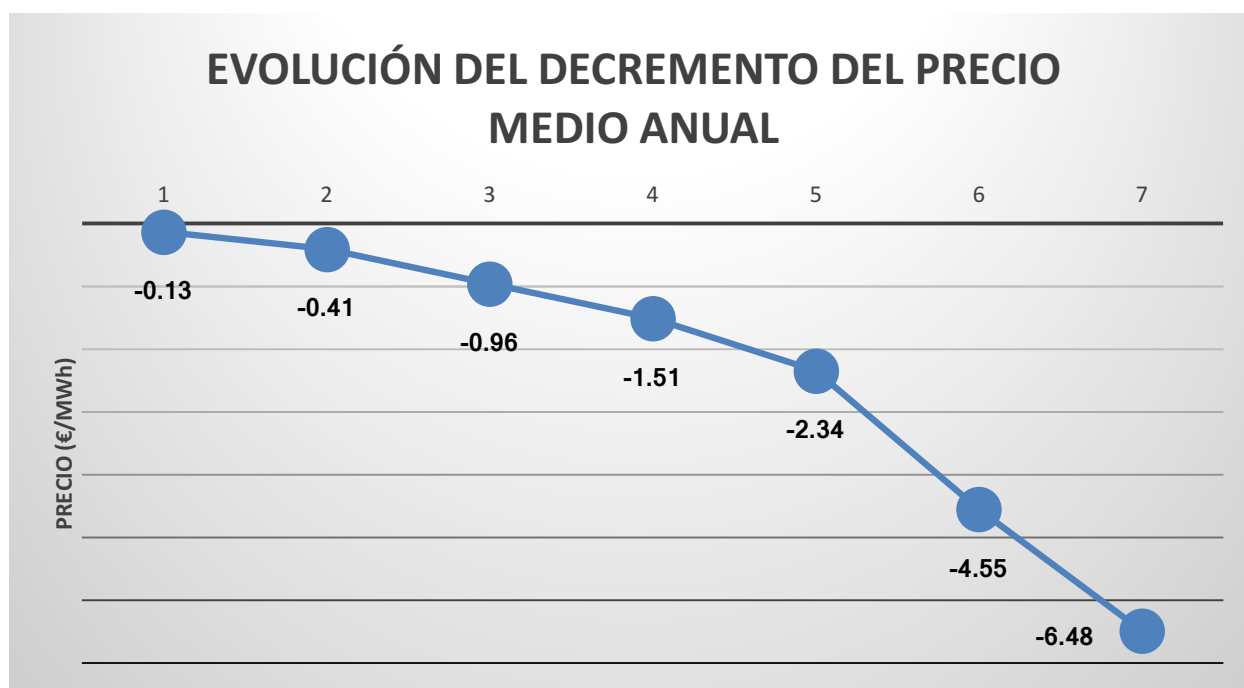


Ilustración 6-14 - Evolución del decremento del precio medio anual

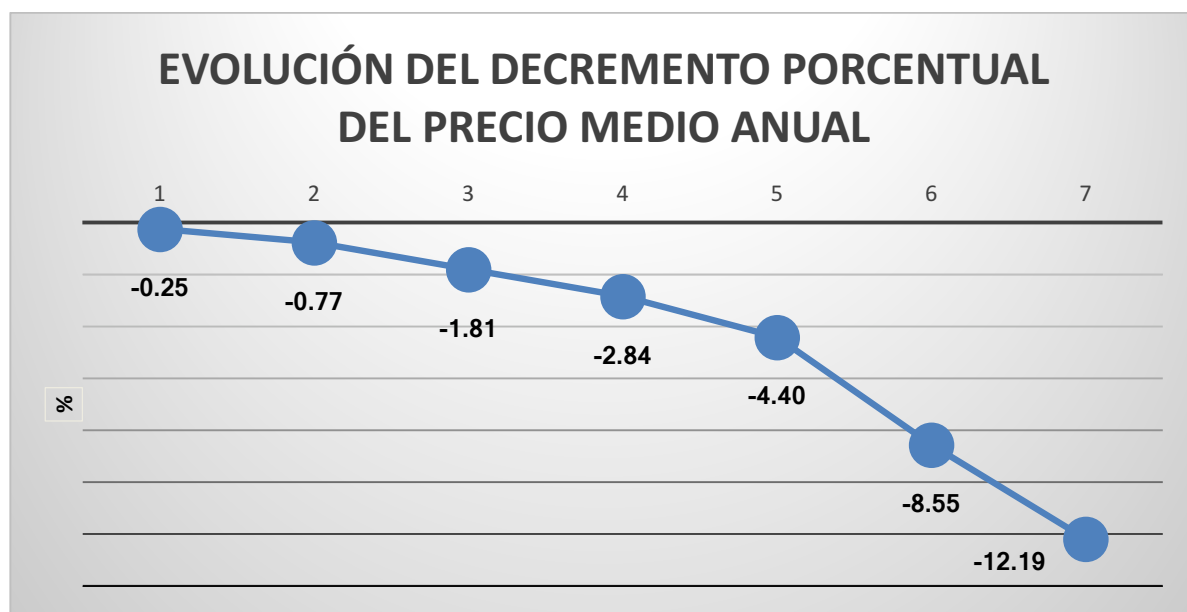


Ilustración 6-15 - Evolución del decremento porcentual del precio medio anual

De manera más precisa, si focalizamos en las horas centrales del día en las que se produce la generación y, por tanto, el efecto del autoconsumo en el precio de casación del mercado diario es real, el porcentaje del decremento de precios en estas horas es mayor lógicamente. Se han tomado como horas centrales aquellas horas en las que hay generación, es decir, desde las 7 AM hasta las 21 PM.

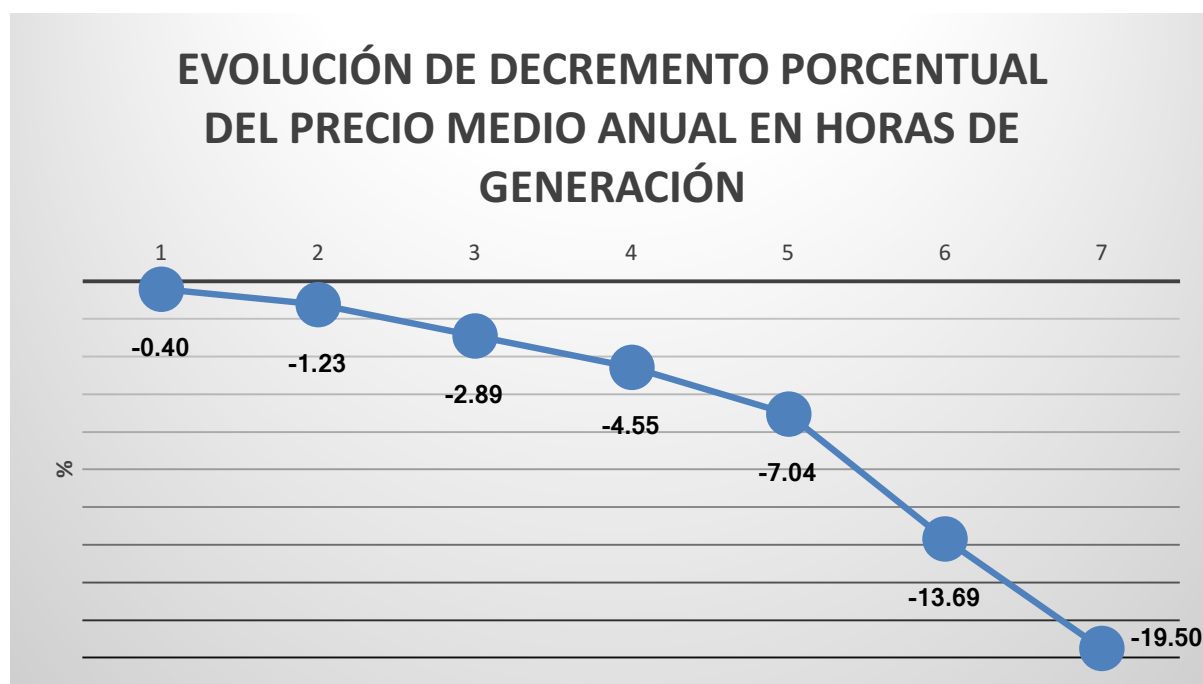


Ilustración 6-16 – Evolución del decremento porcentual del precio medio anual en horas de generación

En la casuística estudiada de autoconsumo con posibilidad de almacenamiento, en el que el excedente de energía generada pasa a ser consumida en horas pico (horas 20, 21 y 22), el decremento de los precios será algo mayor, tanto en la media anual de todas las horas, como en la de las horas de generación puesto que en las horas 20 y 21 se está pisando la generación fotovoltaica con el efecto del consumo del almacenamiento, y por supuesto en las horas de consumo de la energía almacenada el precio también se verá decrementado.

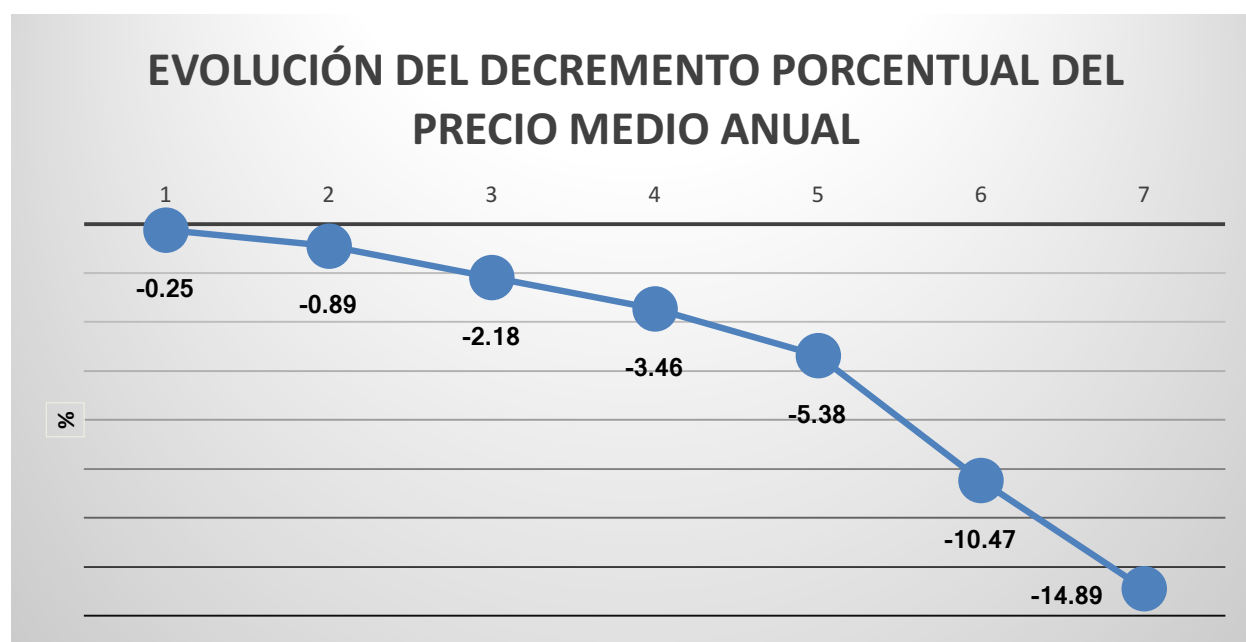


Ilustración 6-17 - Evolución del decremento porcentual del precio medio anual de autoconsumo con almacenamiento

Como puede notarse el porcentaje es algo mayor para cada uno de los escenarios, por ejemplo, para el escenario 4, el porcentaje de reducción del precio con almacenamiento pasa del 2.84% al 3.46% y aumentando la diferencia a medida que aumenta el escenario.

De igual manera sucederá en las horas centrales del día donde hay generación, puesto que, tal y como se ha comentado previamente se pisan horas de generación con horas de almacenamiento. Por ejemplo, para el escenario de estudio 5 el decremento del precio medio pasa de ser del 7.04% al 8.08%.

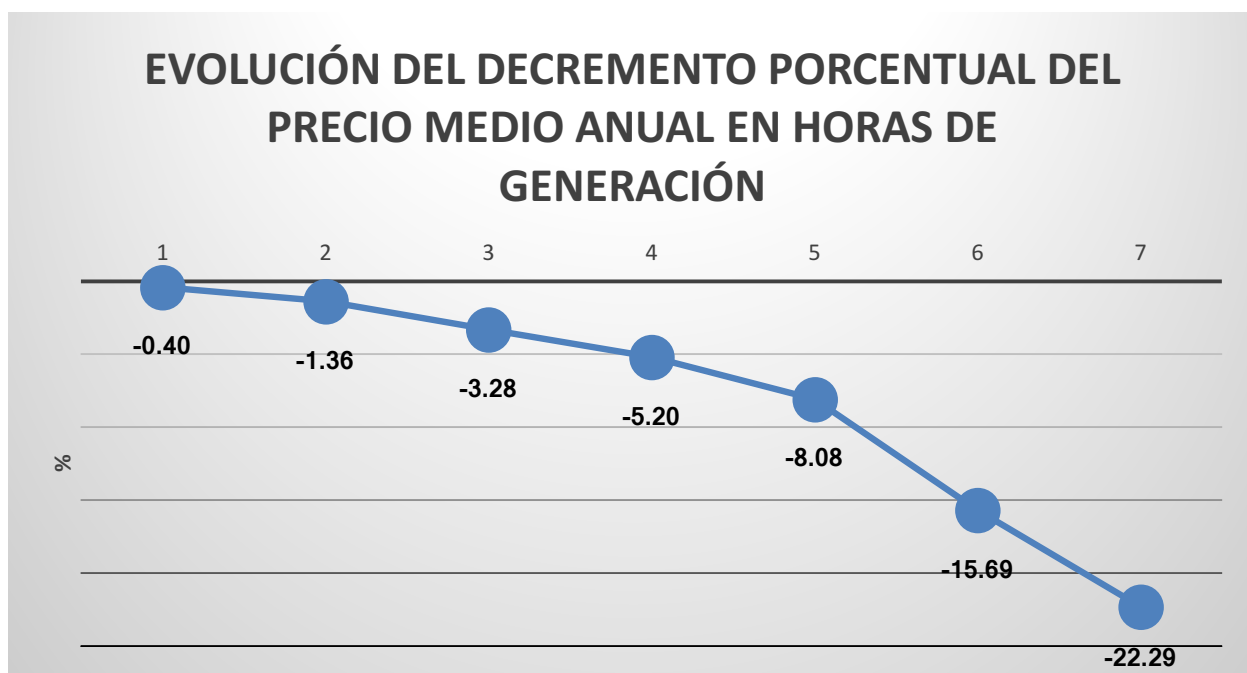


Ilustración 6-18 - Evolución del decremento porcentual del precio medio anual en horas de generación para autoconsumo con almacenamiento

El efecto del almacenamiento tendrá efecto sobre el precio de casación en las horas que se produce dicho consumo.

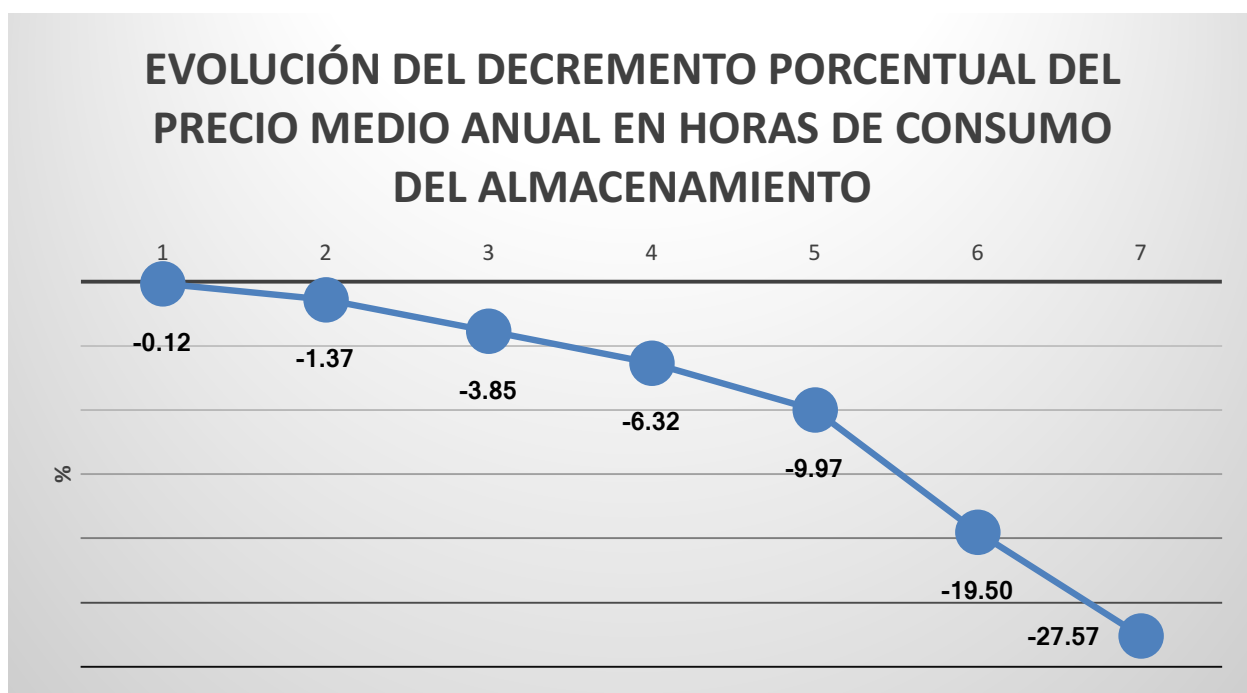


Ilustración 6-19 - Evolución del decremento porcentual del precio medio anual en horas de consumo del almacenamiento

A continuación, se muestran los mismos resultados y comparaciones pero para la energía negociada.

Evolución de energía negociada (Mensual)

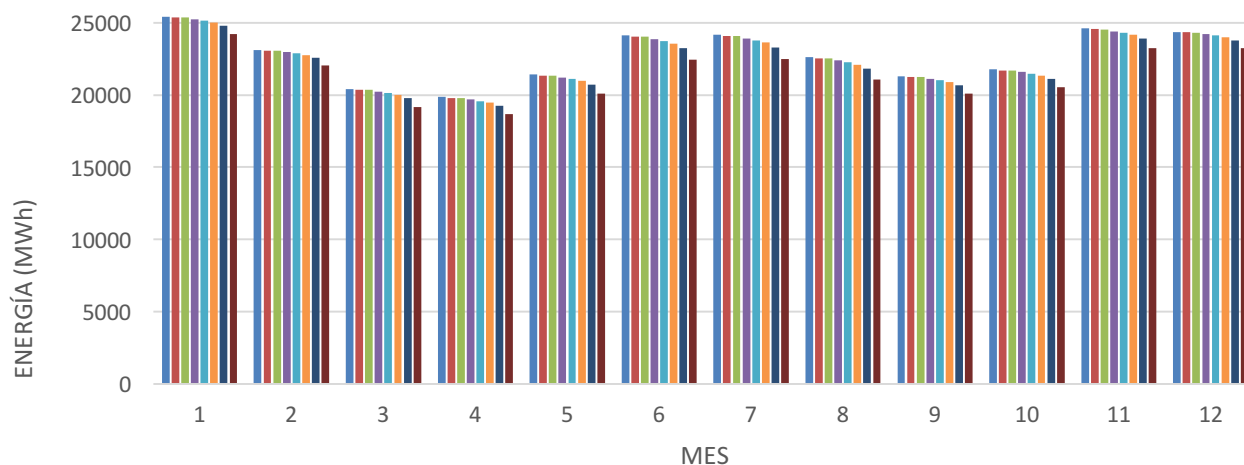


Ilustración 6-20 - Evolución de la energía media mensual casada

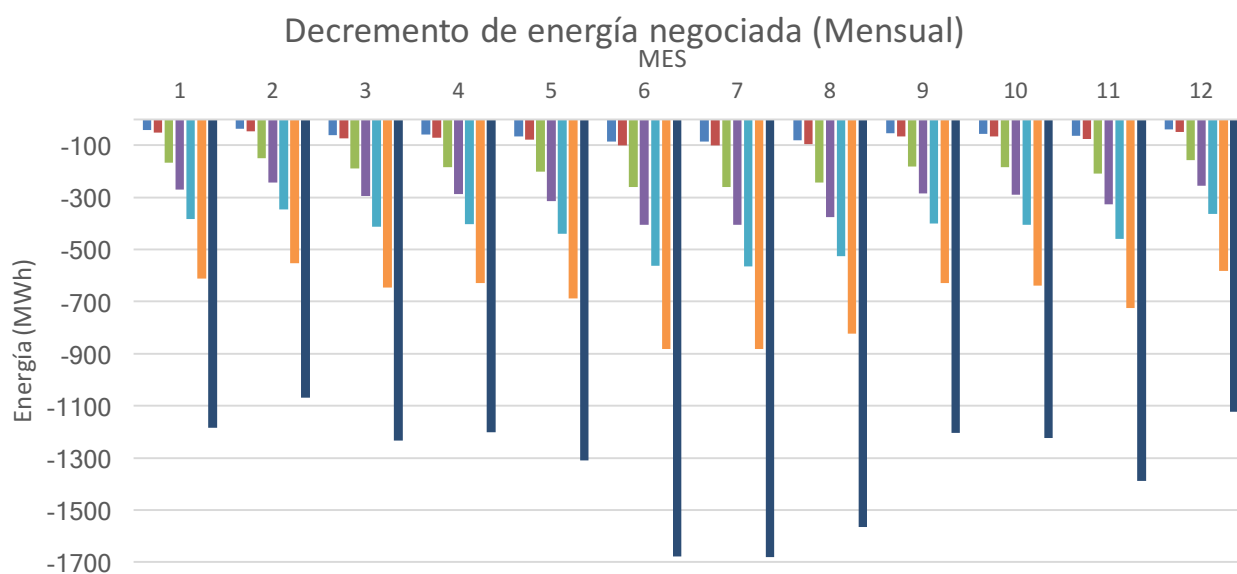


Ilustración 6-21 - Evolución del decremento de la energía negociada media mensual



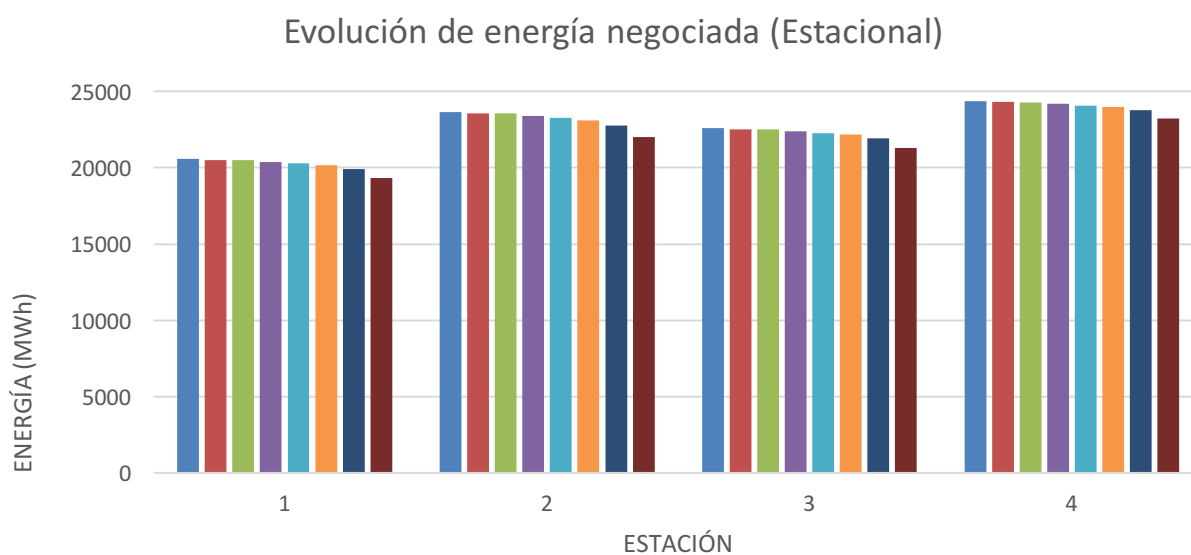


Ilustración 6-22 - Evolución de la energía media estacional casada

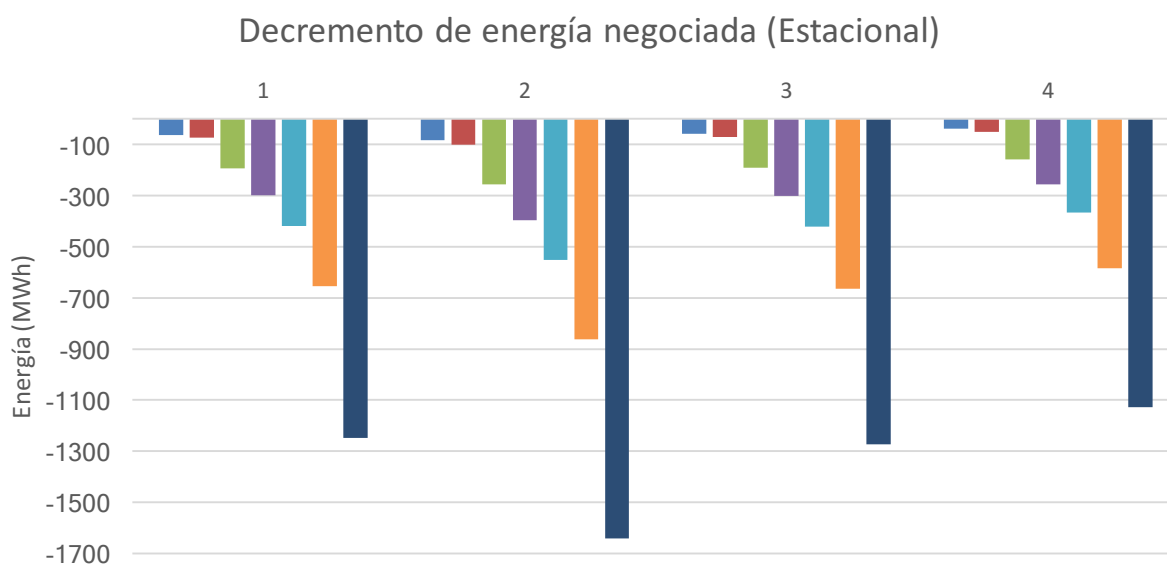


Ilustración 6-23 - Evolución del decremento de la energía media estacional negociada

Del mismo modo que para el precio, es en verano cuando la reducción de la energía negociada es mayor.

En cuanto a las medias anuales de energía negociada se tienen las siguientes evoluciones

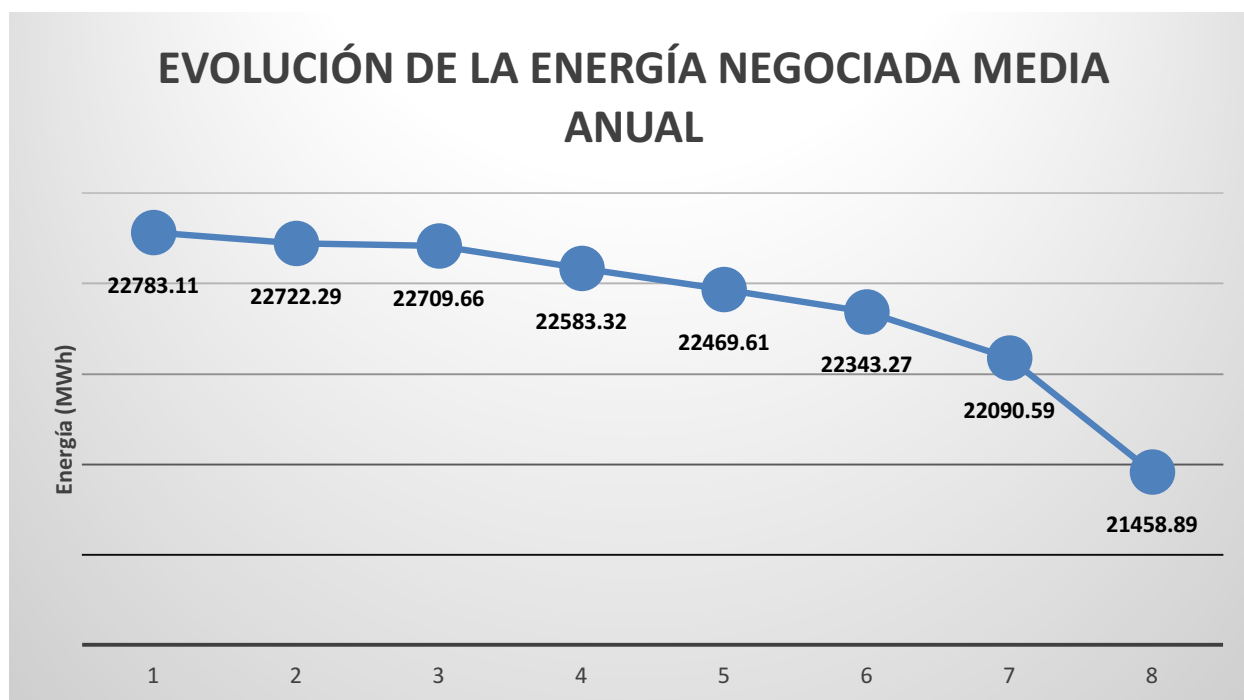


Ilustración 6-24 - Evolución de la energía media anual negociada

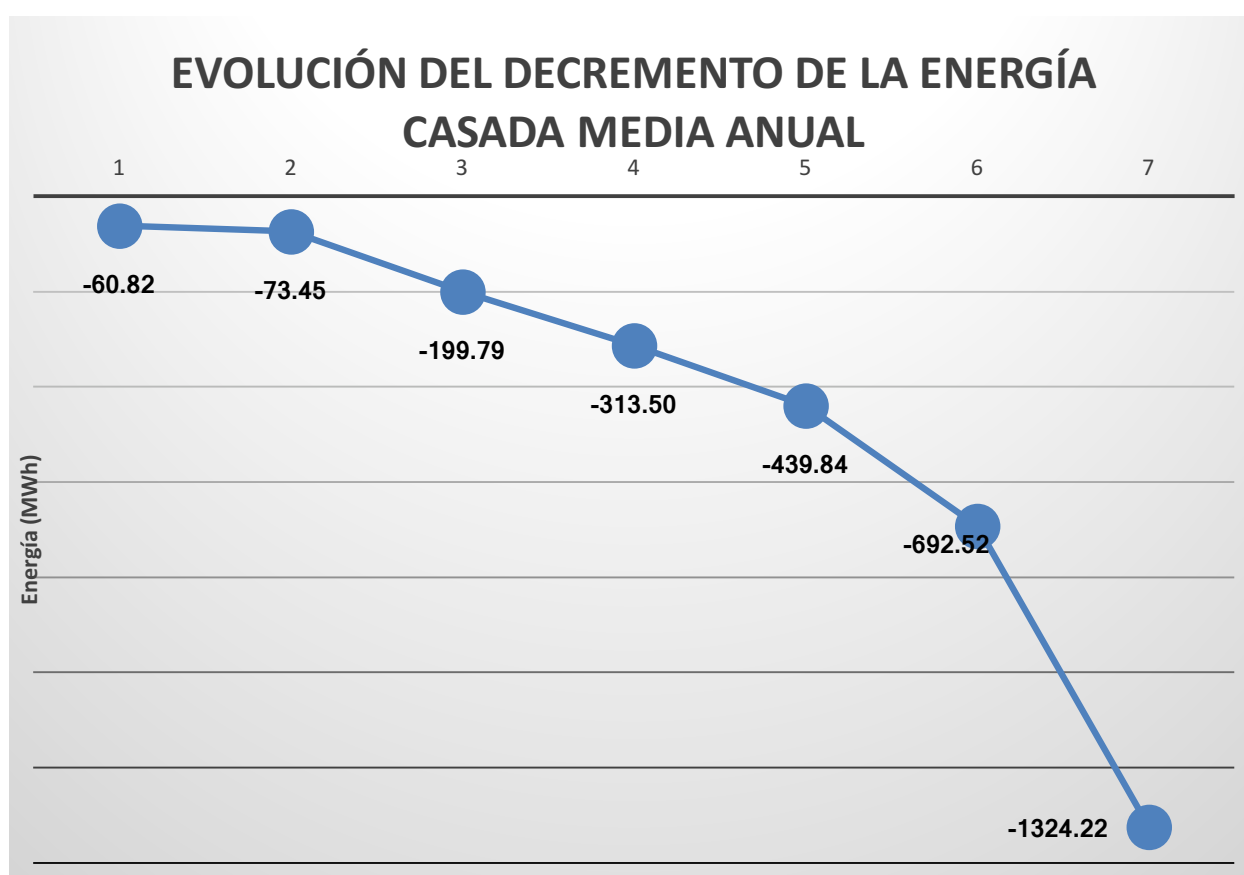


Ilustración 6-25 - Evolución del decremento de la energía media anual negociada

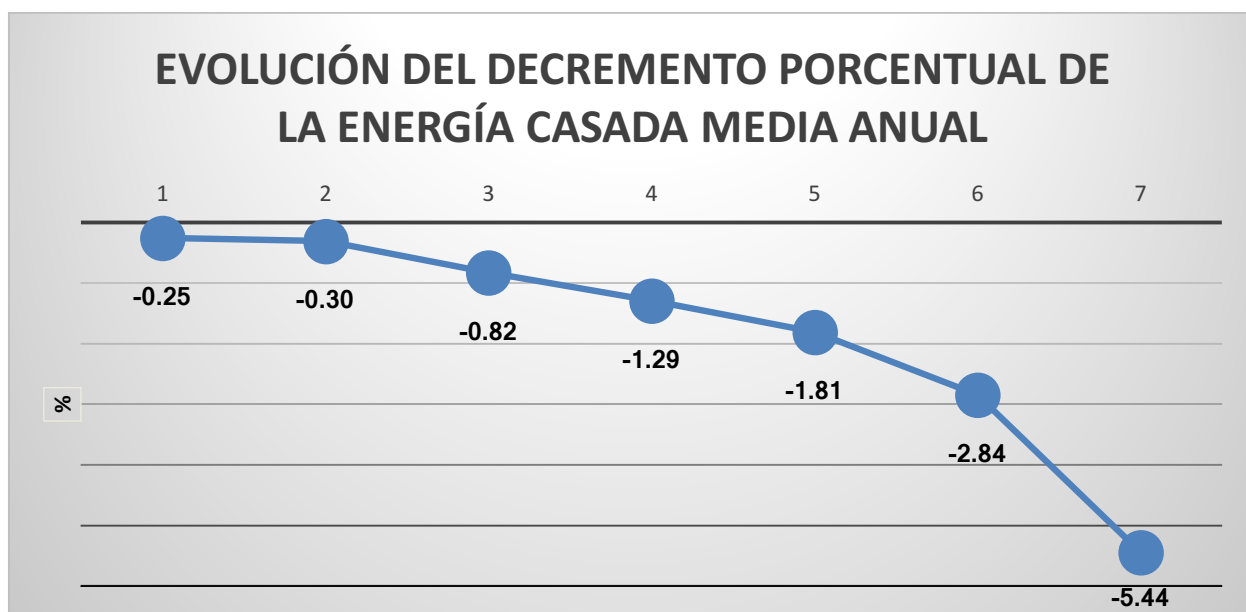


Ilustración 6-26 - Evolución del decremento porcentual de energía media negociada

En comparación con la casuística del almacenamiento, esta reducción será algo mayor, por ejemplo, para el escenario 5, el decremento del porcentaje de energía negociada pasa del 1.81% al 2.18%.

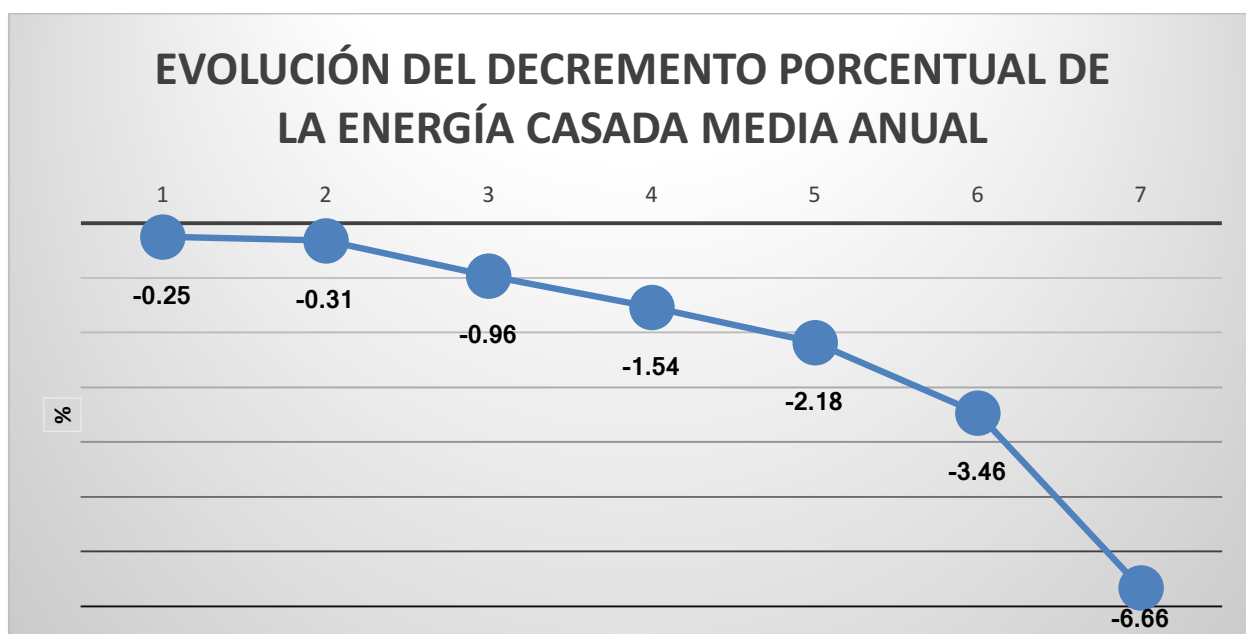


Ilustración 6-27 - Evolución del decremento porcentual de energía negociada media anual para el caso de autoconsumo con almacenamiento

En las próximas gráficas se muestra la evolución del impacto que tiene en en la retribución de las unidades de generación, es decir, el decremento del porcentaje económico. Calculándose como el producto de la energía negociada por el precio marginal horario procedentes de la casación. Se

muestran ambos casos, escenarios de autoconsumo y casuística de escenarios de autoconsumo con posibilidad de almacenamiento.

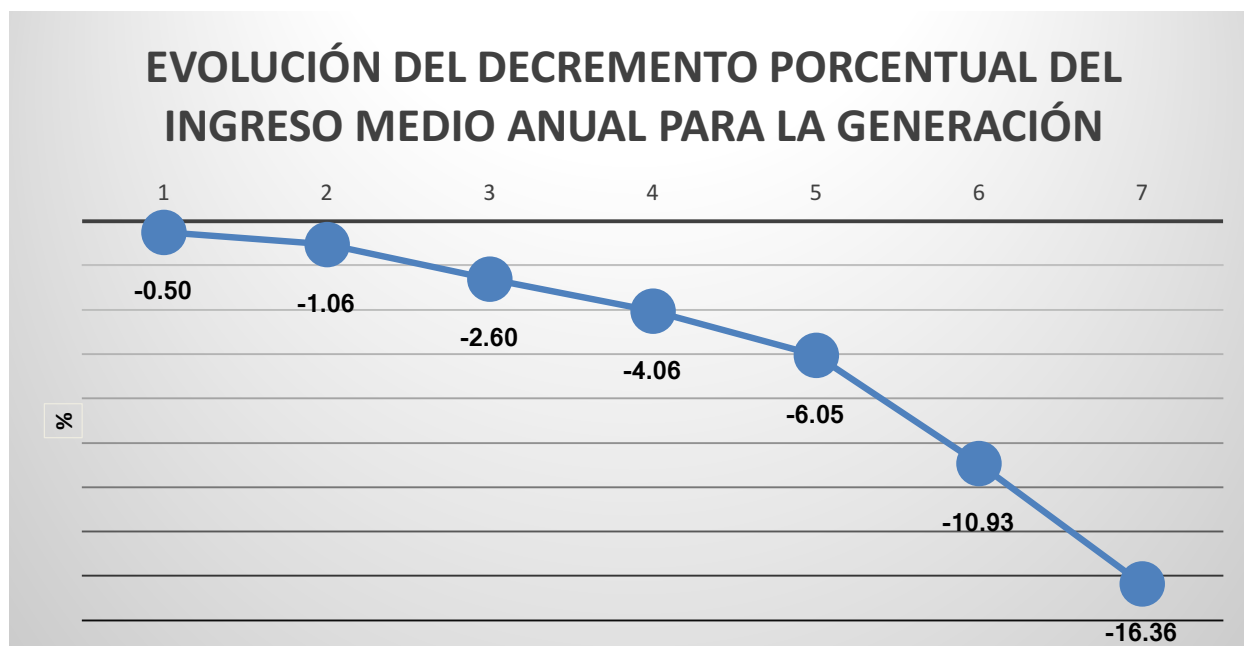


Ilustración 6-28 - Evolución del decremento porcentual del ingreso medio para la generación

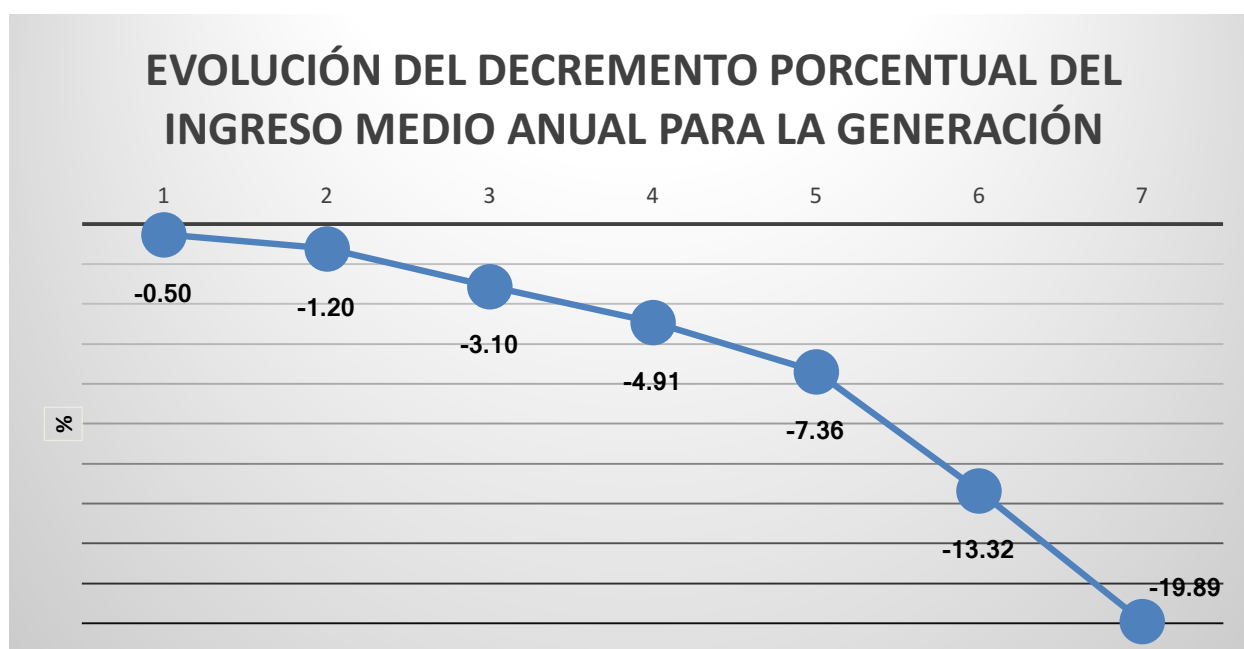


Ilustración 6-29 - Evolución del decremento porcentual del ingreso medio para la generación para autoconsumo con almacenamiento

Al igual que para el precio y la energía, cuando existe autoconsumo con almacenamiento el ingreso económico que recibe el conjunto de unidades generadoras es menor.

Al reducirse el precio la energía comprada por las comercializadoras y pequeños consumidores, aquellos que realizan compra a 180.3 €/MWh, verán una reducción del coste en la adquisición de la energía. En la siguiente imagen se muestra la media aritmética anual de dicho ahorro.

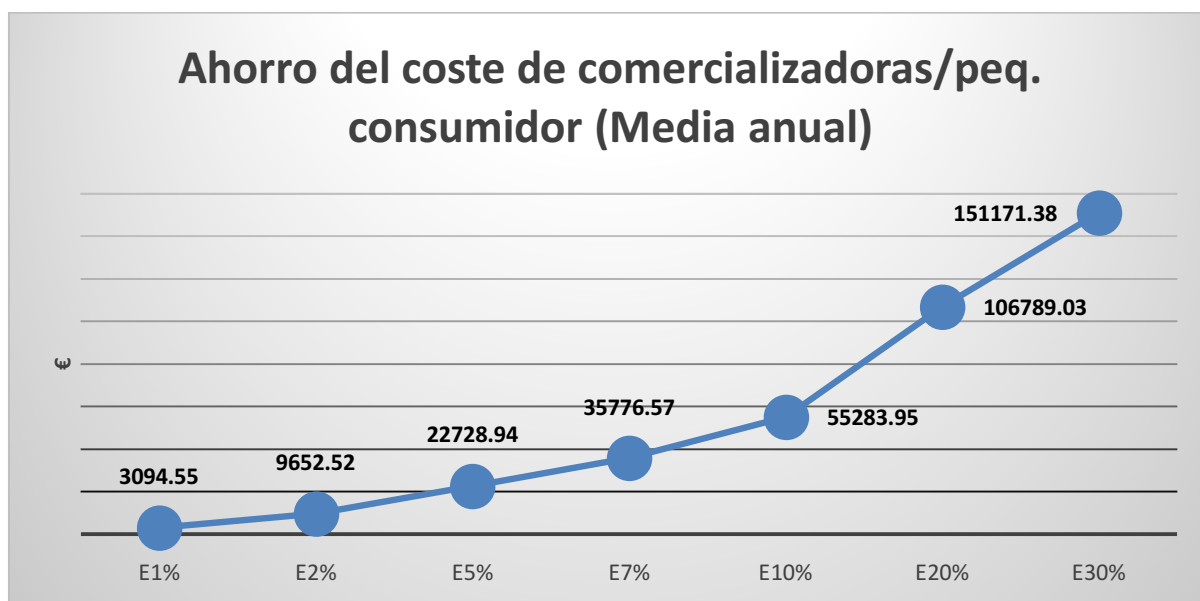


Ilustración 6-30 - Media aritmética anual del ahorro que obtienen las comercializadoras  
Y como es lógico en el estudio de autoconsumo con almacenamiento este ahorro es mayor y aumenta la diferencia con el aumento del porcentaje del caso de estudio como se puede observar a continuación.



Ilustración 6-31 - Media aritmética anual del ahorro que obtienen las comercializadoras para los diferentes escenarios de autoconsumo con almacenamiento

## 6.2 Desplazamiento de carga

En primera instancia, se representan la evolución tanto e los precios horarios marginales de casación como la energía horaria negociada para un día y contemplar el efecto del desplazamiento de carga sobre un día.

Analizando las gráficas se percibe, que al tener la curva de generación menor pendiente en horas pico que en horas valle la influencia del precio es mayor al aumentar la energía en horas valle que en horas pico. Sin embargo, para el caso de la energía sucede totalmente lo contrario, el disminuir energía en horas pico produce un mayor efecto que incluirla en horas valle.

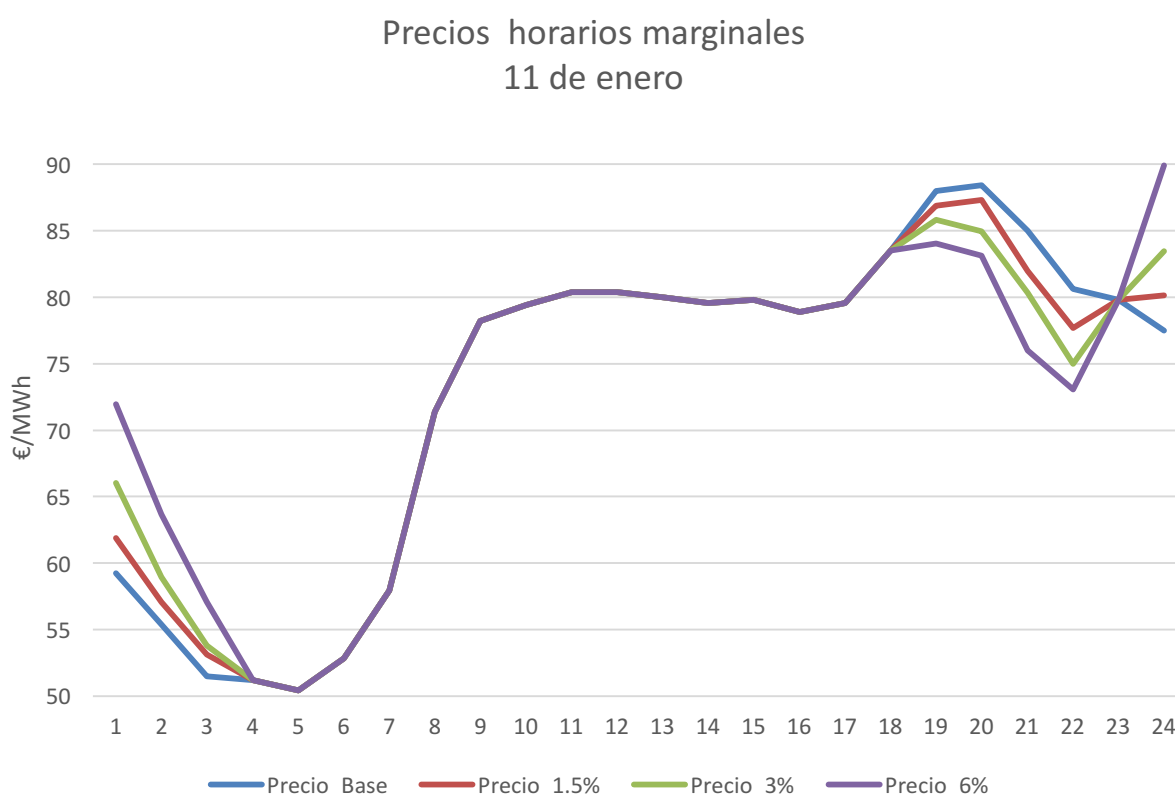


Ilustración 6-32 - Evolución del precio horario marginal para los distintos escenarios el día  
11/01/2017

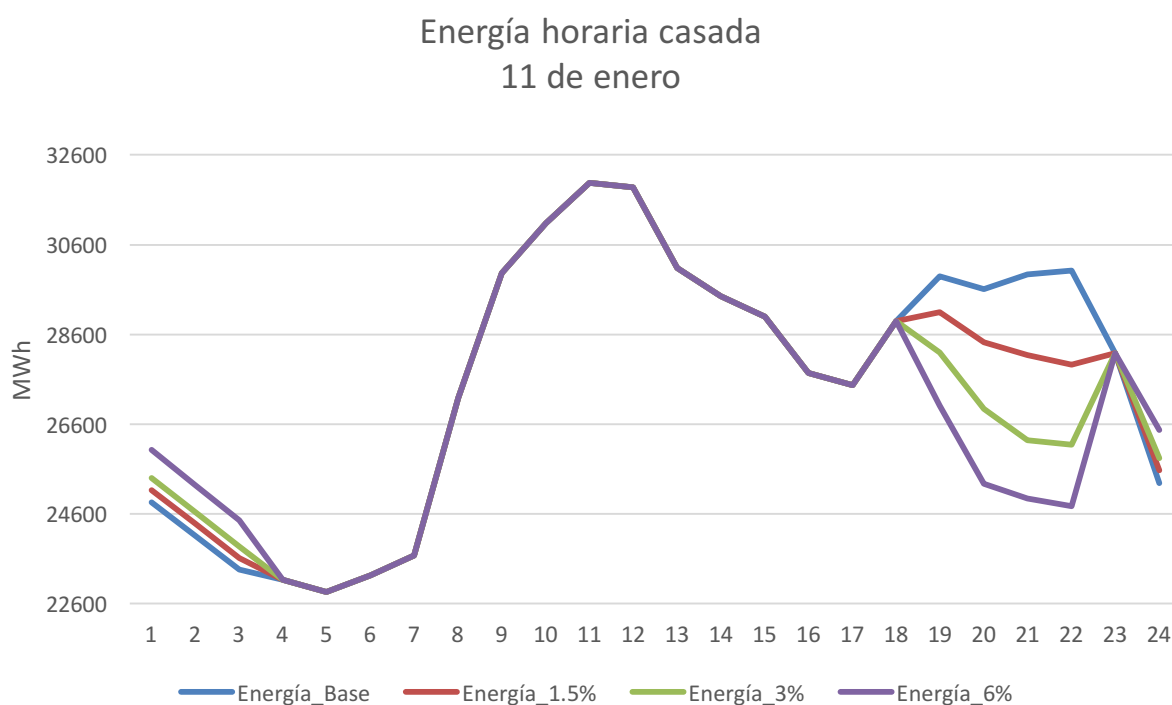


Ilustración 6-33 - Evolución de la energía horaria negociada para distintos escenarios el día 11/01/2017

En las próximas graficas mostradas se representa las evoluciones del precio marginal, energía negociada e impacto sobre el ingreso económico para las unidades de generación.

### EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS (MENSUAL)

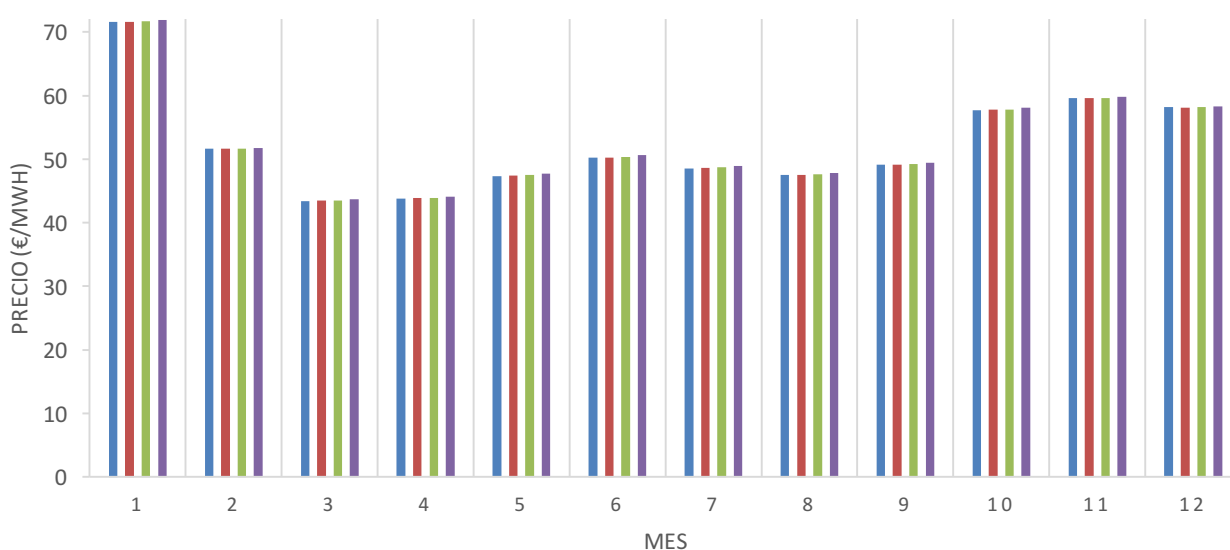


Ilustración 6-34 - Evolución de precios medios mensuales para distintos escenarios

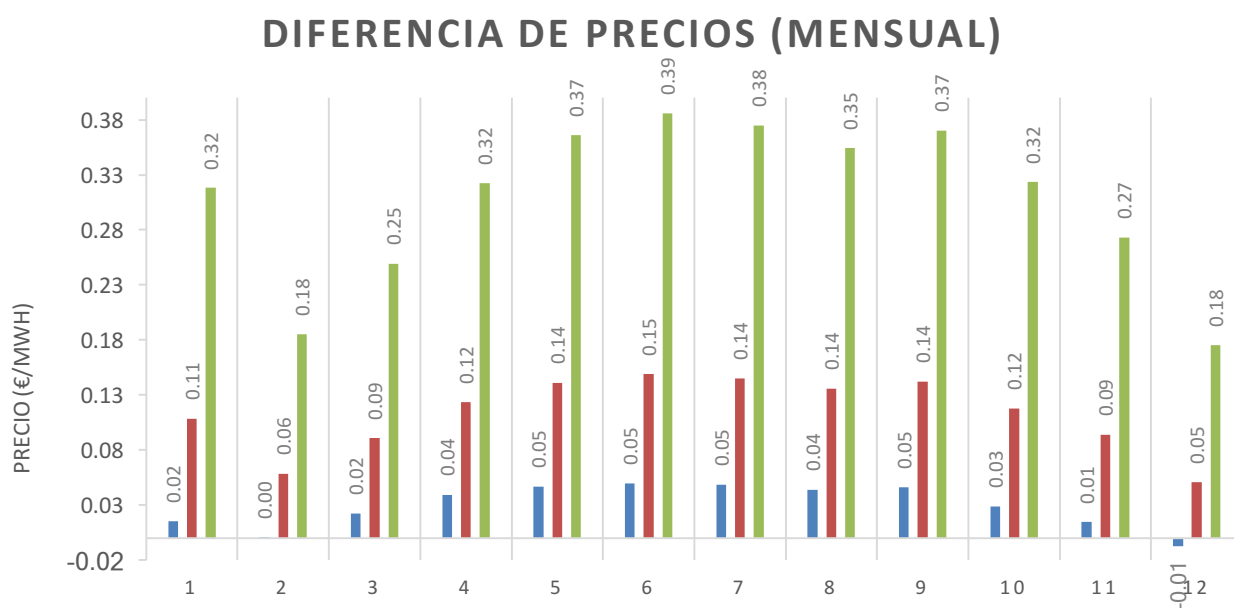


Ilustración 6-35 - Diferencias de precios medios mensuales para distintos escenarios

En esta última gráfica puede observarse como en la mayoría de los escenarios, la mayoría de los meses el precio aumenta, aunque sea muy poco, en ningún mes en el mayor de los escenarios estudiados el precio medio mensual aumenta más de 1€.

Para la media del año se tiene que para el escenario estudiado de mayor desplazamiento de carga el precio medio anual no aumenta ni siquiera el 1%.

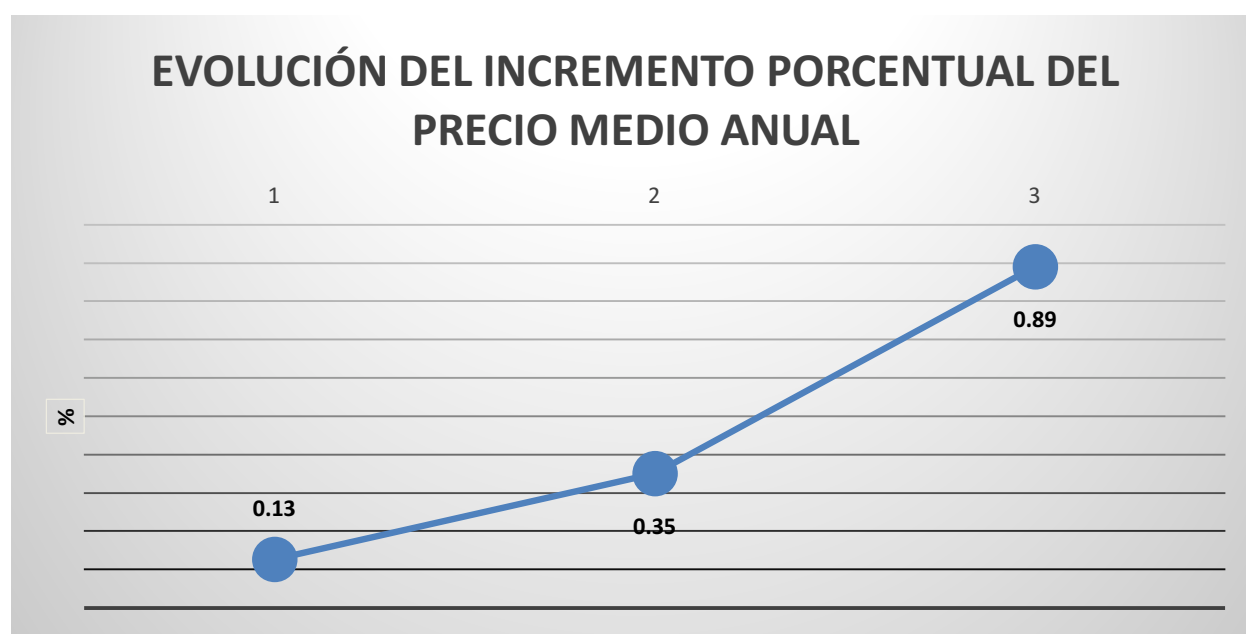


Ilustración 6-36 - Evolución porcentual del precio medio anual



El juego de la casuística del estudio de desplazamiento de carga se encuentra en comparar la evolución en horas punta y horas valle en las que se ha movido la carga. Para este estudio, la carga se ha movido de las horas 19 a 22 hacia las horas 24, 1, 2 y 3, retirando y añadiendo de manera proporcional a las energías consumidas en cada hora.

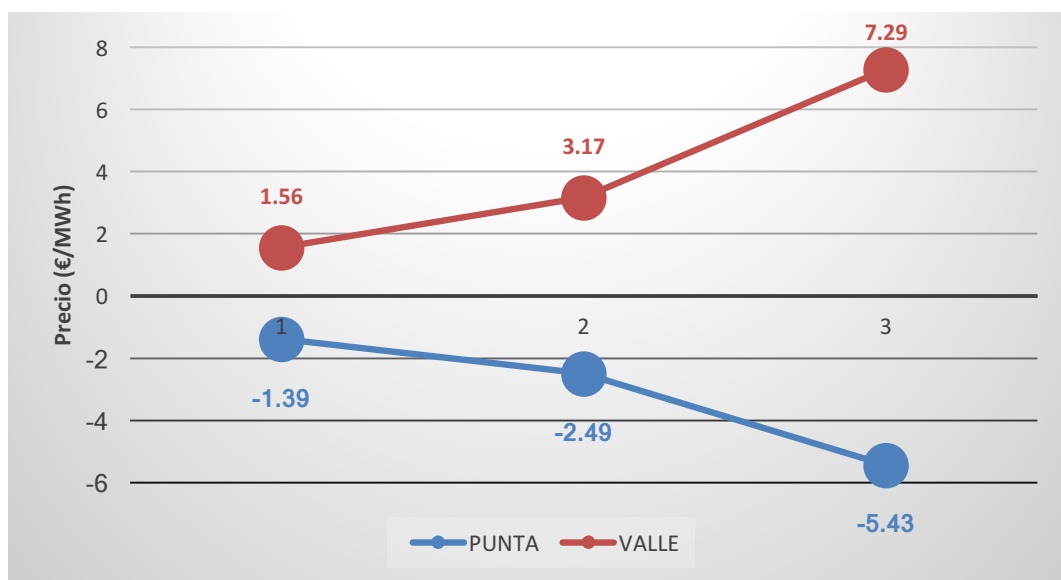


Ilustración 6-37 - Comparación de la evolución de diferencias de precios en horas valle y punta

Tal y como se había previsto, el efecto en el precio es mayor en horas valle que en horas pico, resultando en la media anual del precio un incremento de menos de 50 céntimos de euro en el mayor de los casos estudiados.

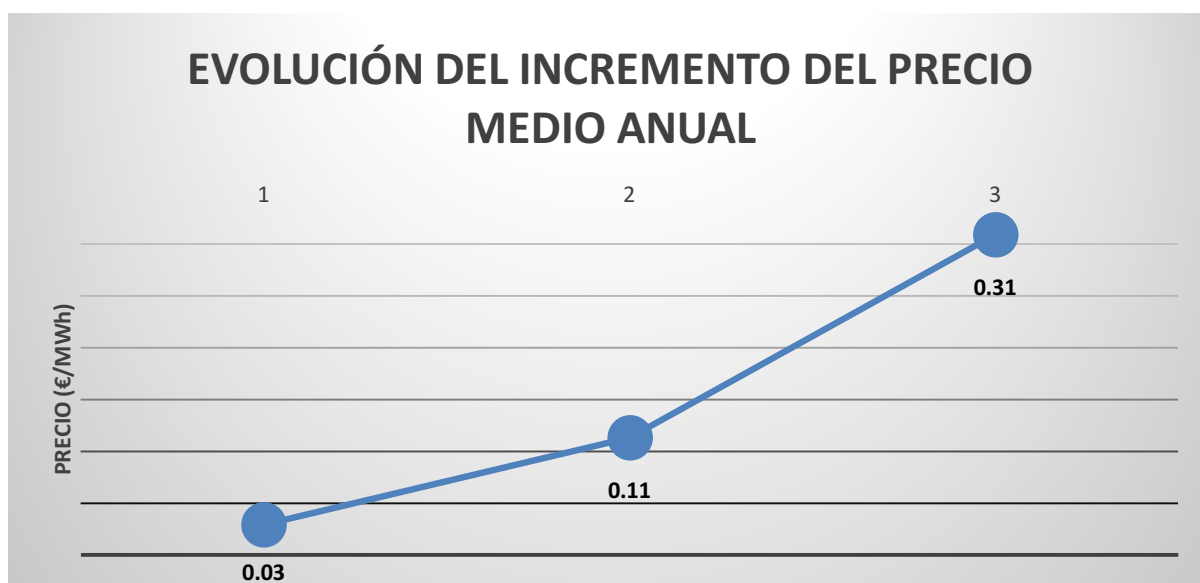


Ilustración 6-38 - Evolución del incremento del precio medio anual

Como se ha dicho previamente, para la energía es lo contrario el efecto en horas pico es mayor que en horas valle.

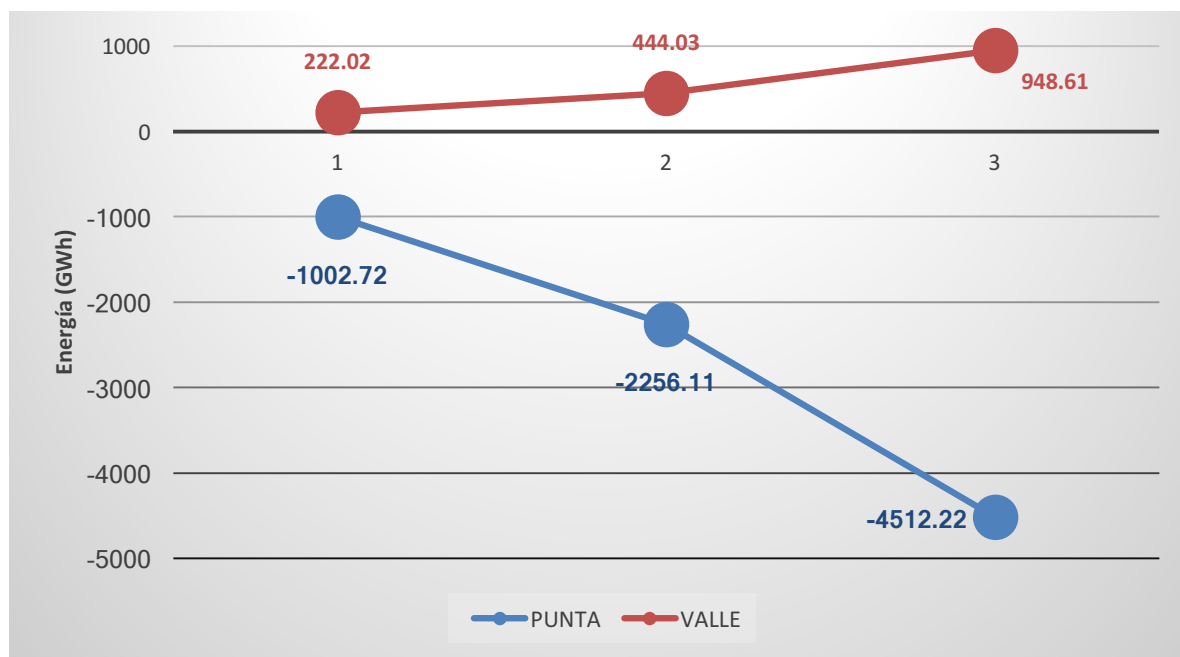


Ilustración 6-39 - Comparación de la evolución de diferencia de energía en punta y valle  
Observándose que la energía negociada en horas pico y en horas valle, se deduce que el efecto que tiene la energía sobre el precio es muy importante, por lo que se ha decidido ver como evoluciona el precio medio ponderado según la energía negociada de manera mensual y anual. Claculándose el precio medio como  $Pw = (\sum(Pi * Ei))/\sum Ei$

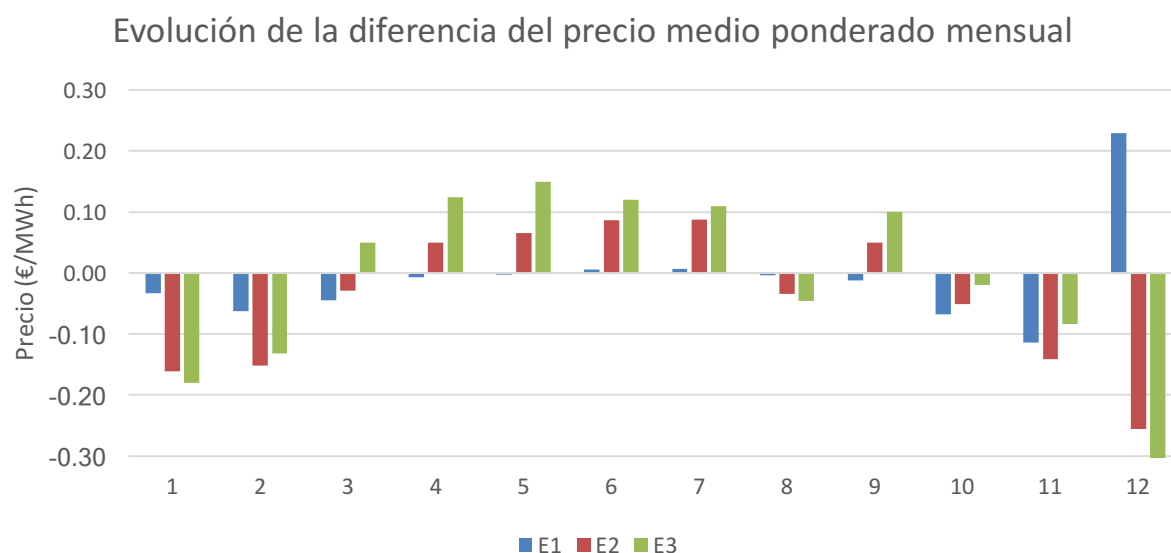


Ilustración 6-40 - Evolución de la diferencia del precio medio ponderado mensual para los distintos escenarios

Como puede verse para cada mes es diferente sin seguir un patrón. En cuanto al anual la tendencia del precio medio ponderado es disminuir puesto que la reducción del precio medio ponderado en horas pico es mayor que el decremento en horas valle.

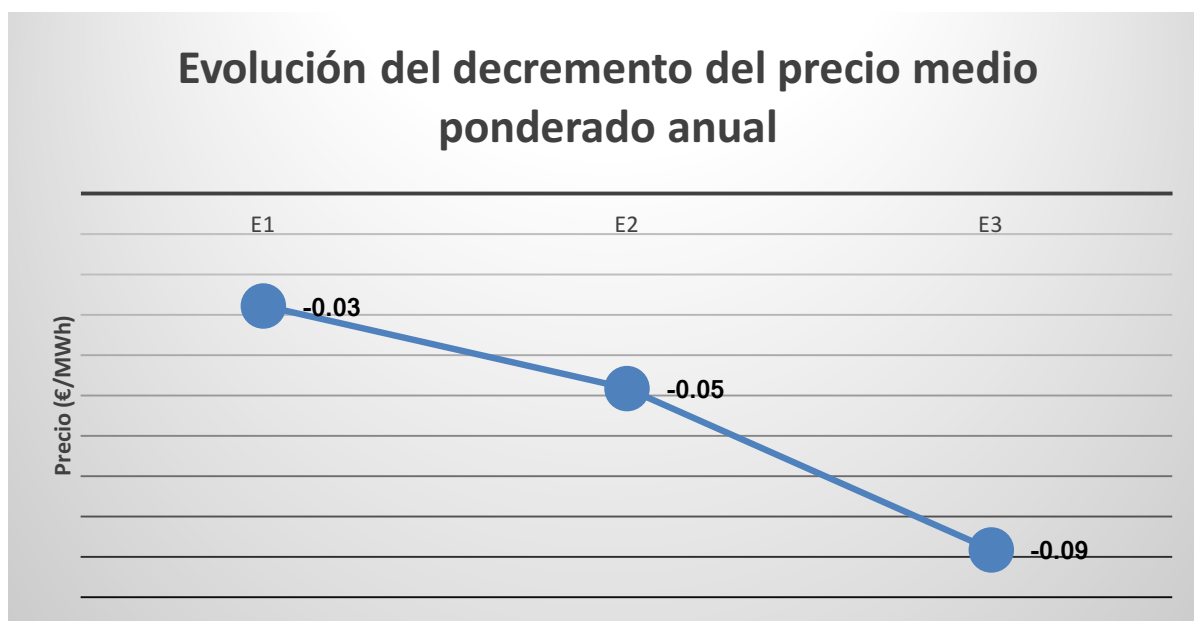


Ilustración 6-41 - Evolución del decremento del precio medio ponderado anual para los distintos escenarios

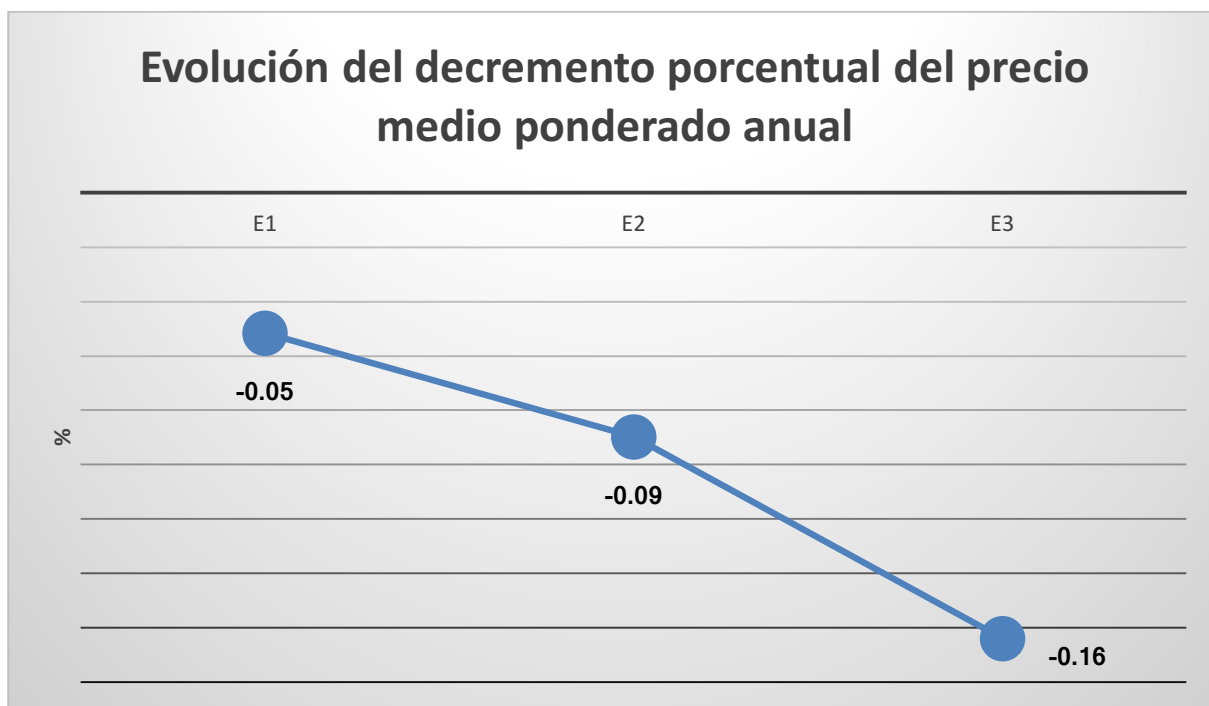


Ilustración 6-42 - Evolución del decremento porcentual del precio medio ponderado anual Resultando para el total anual de la energía negociada un decremento en cada uno de los escenarios.

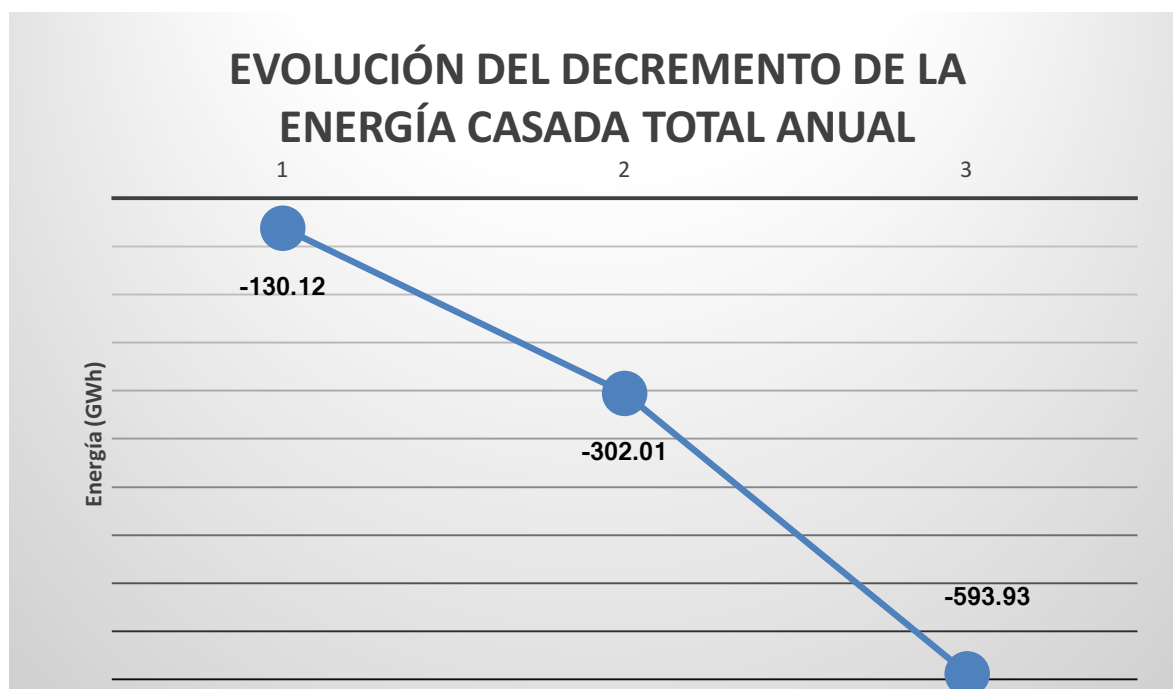


Ilustración 6-43 - Evolución del decremento anual total de energía negociada

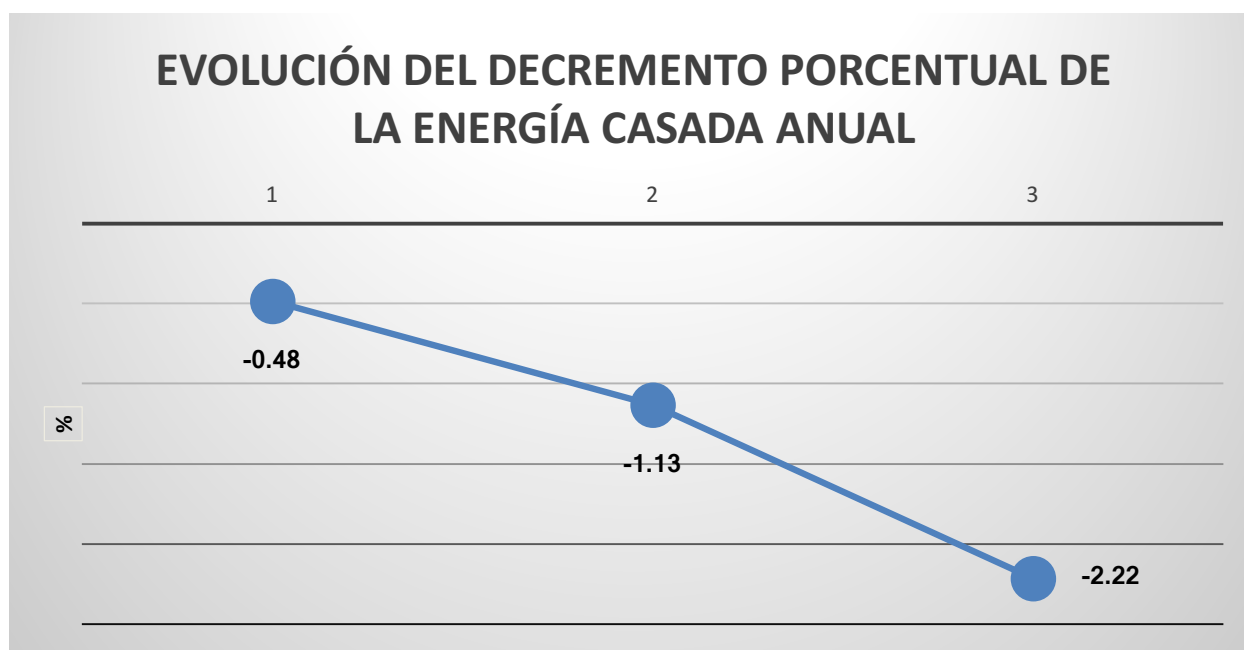


Ilustración 6-44 - Evolución del decremento porcentual de la energía media anual negociada

Para los generadores la cantidad económica que dejan de ingresar no se ve tan reducida como para los casos de autoconsumo y autoconsumo con desplazamiento, llegando a reducirse no más del 1% en el escenario estudiado de mayor porcentaje de desplazamiento de carga.

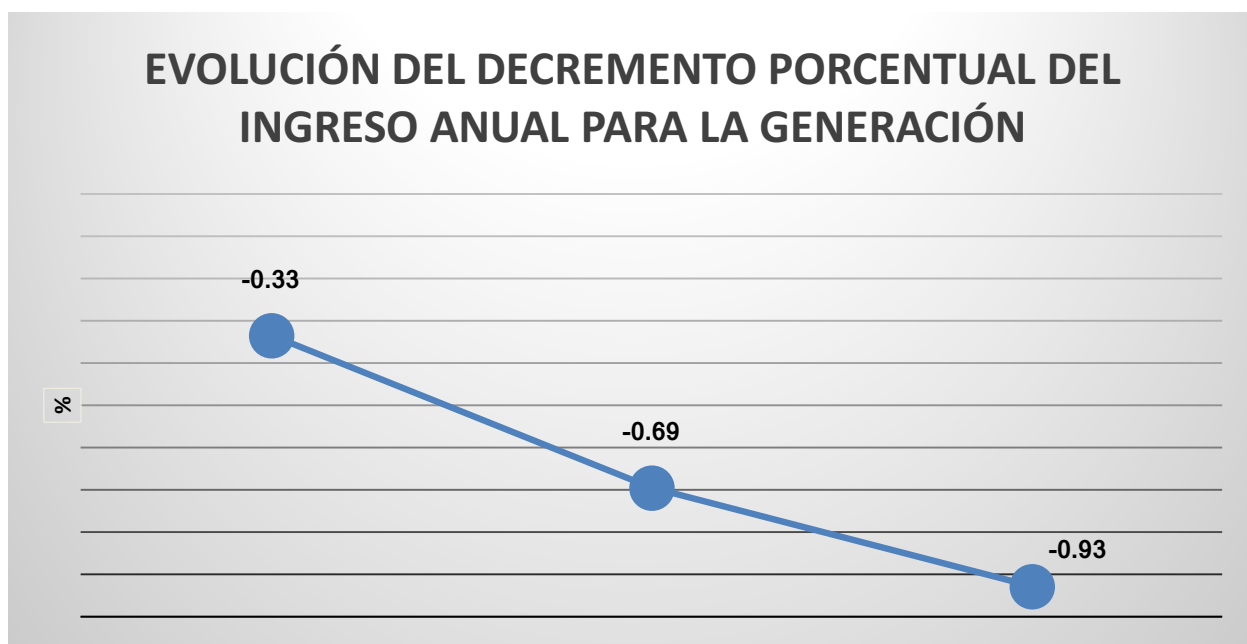


Ilustración 6-45 - Evolución del decremento porcentual del ingreso económico para la generación. Al verse reducido el precio marginal, al igual que para los escenarios de estudio de de autoconsumo y autoconsumo con almacenamiento, se verá reflejado como un ahorro de adquisición de energía para las comercializadoras. En la siguiente gráfica se muestra la media aritmética anual del ahorro.

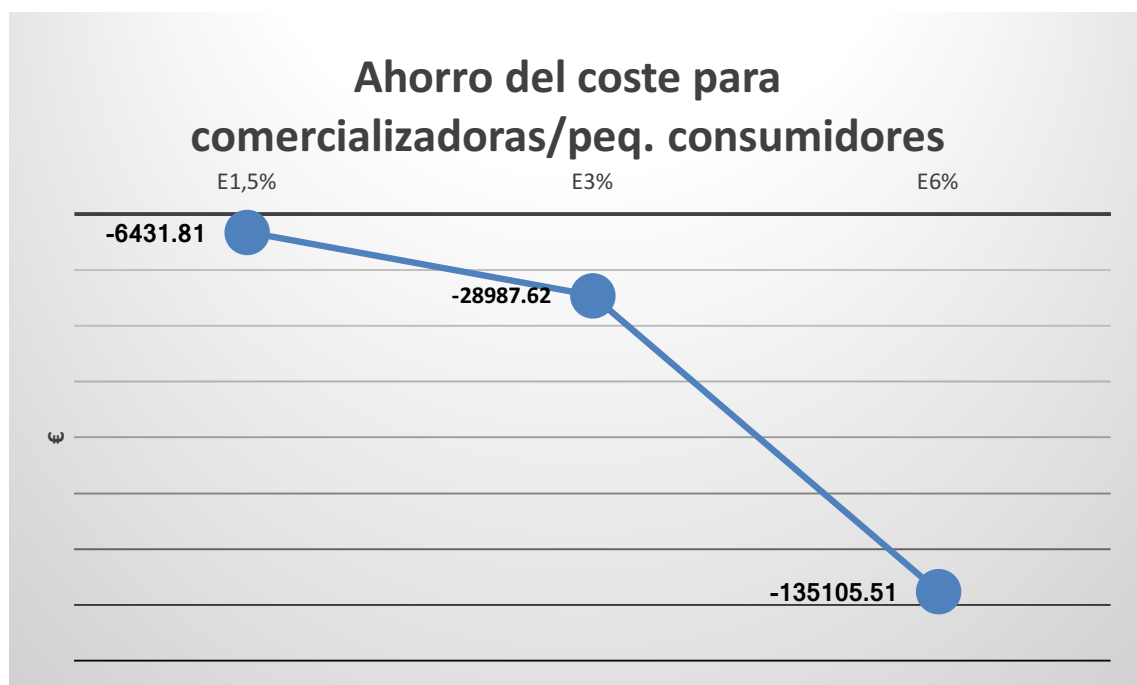


Ilustración 6-46 - Ahorro del coste de adquisición depara comercializadoras

### 6.3 Desplazamiento de carga con autoconsumo

Los escenarios de estudio realizado para esta casuística son los siguientes:

- Escenario 1: 1,5% de desplazamiento de carga con 2% de autoconsumo.
- Escenario 2: 1,5% de desplazamiento de carga con 7% de autoconsumo.
- Escenario 3: 3% de desplazamiento de carga con 5 % de autoconsumo.

Siguiendo el patrón de los apartados anteriores, se muestran unas gráficas de evolución del precio marginal horario para un día tipo de cada una de las estaciones del año, dado que al estar estudiando el autoconsumo se tiene que tener en cuenta la diferencia estacional.

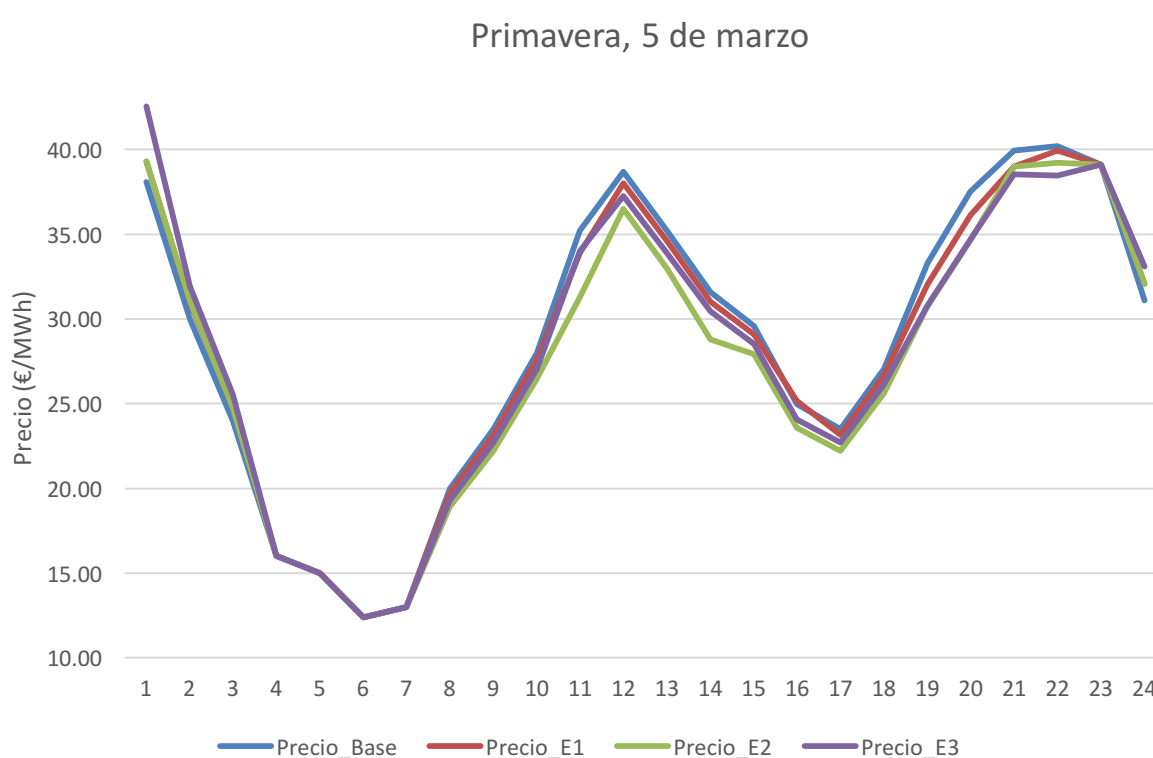


Ilustración 6-47 - Evolución horaria del precio marginal para un día tipo de primavera

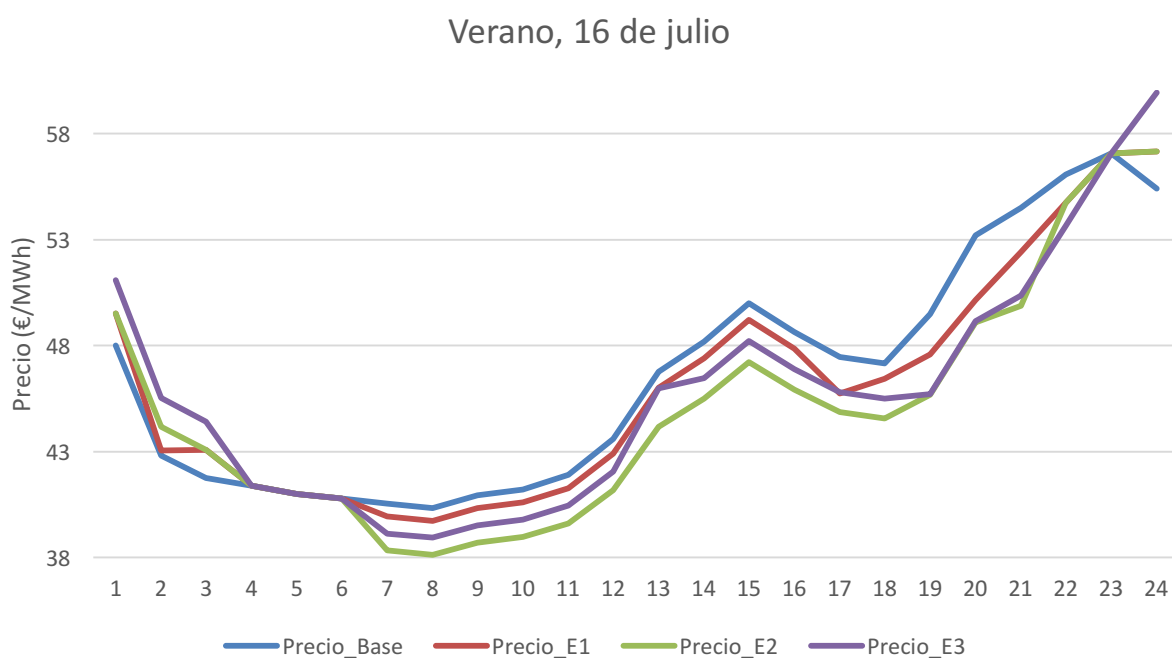


Ilustración 6-48 - Evolución horaria del precio marginal para un día tipo de verano

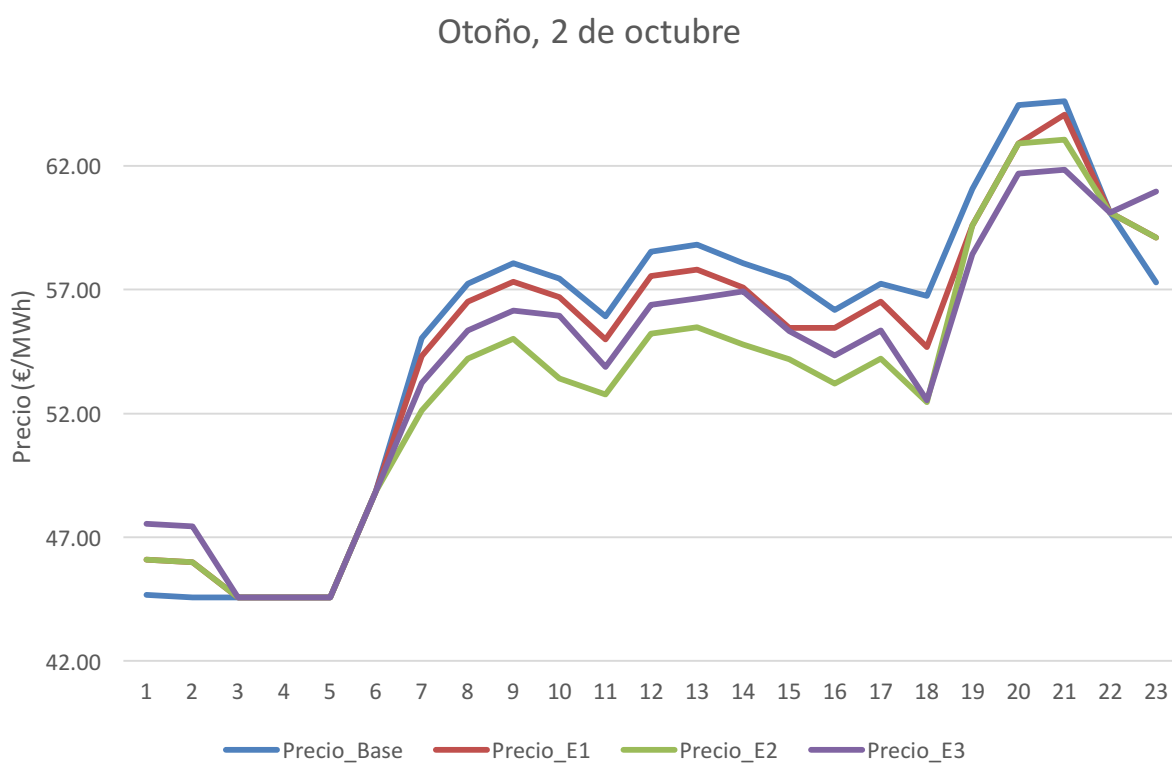


Ilustración 6-49 - Evolución horaria del precio marginal para un día tipo de otoño

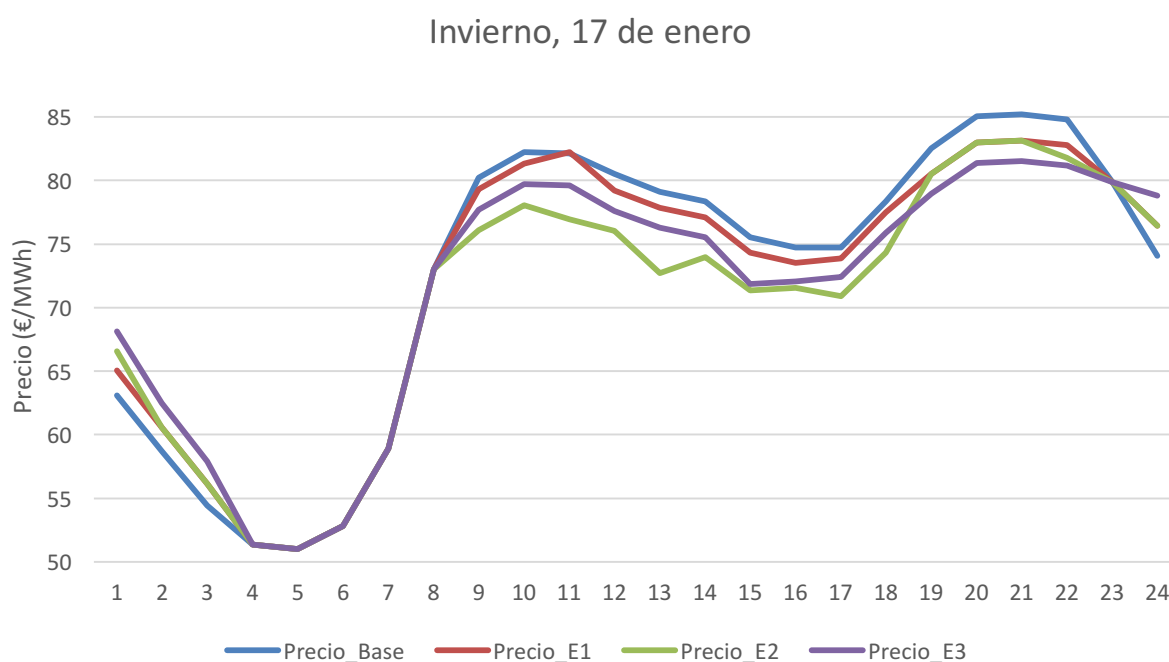


Ilustración 6-50 - Evolución horaria del precio marginal para un día tipo de invierno

Como puede observarse en las gráficas, el precio en horas centrales del día es menor en aquel escenario que el autoconsumo es mayor, es decir, en el escenario 2 y en horas punta, de donde se elimina carga para desplazarse, y en horas valle, donde se introduce dicha energía el efecto en el precio es mayor en aquel escenario de mayor desplazamiento de carga, es decir el escenario 3.

Se contempla también que para los escenarios 1 y 2 en los que el porcentaje de desplazamiento de carga es el mismo, el precio en las horas de influencia de este efecto es muy parecido e incluso iguales en algunas horas.

A continuación, se muestran resultados de precios medios marginales mensuales y estacionales, al igual que para la energía y el ingreso de los generadores.



## EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS (MENSUAL)

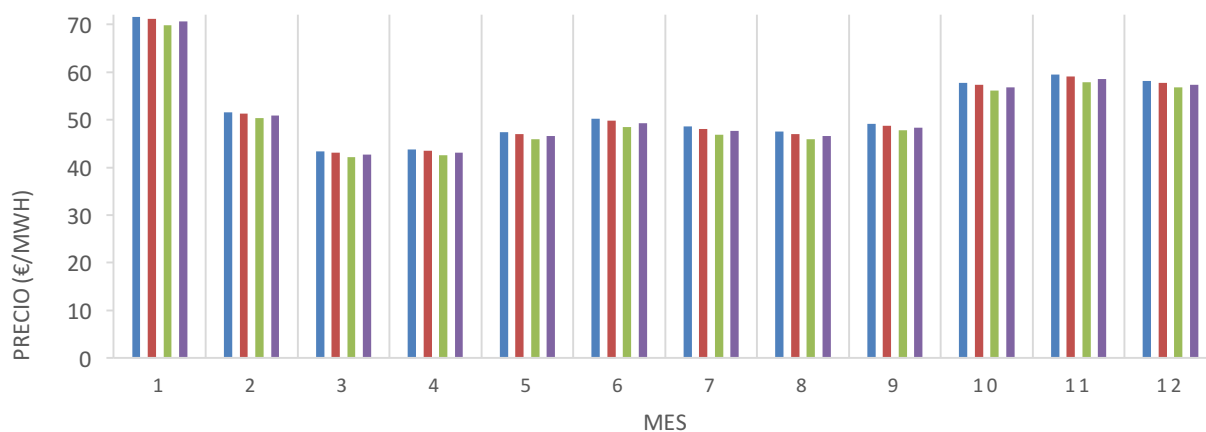


Ilustración 6-51 - Evolución del precio medio mensual para los distintos escenarios

## DECREMENTO DE LOS PRECIOS (MENSUAL)

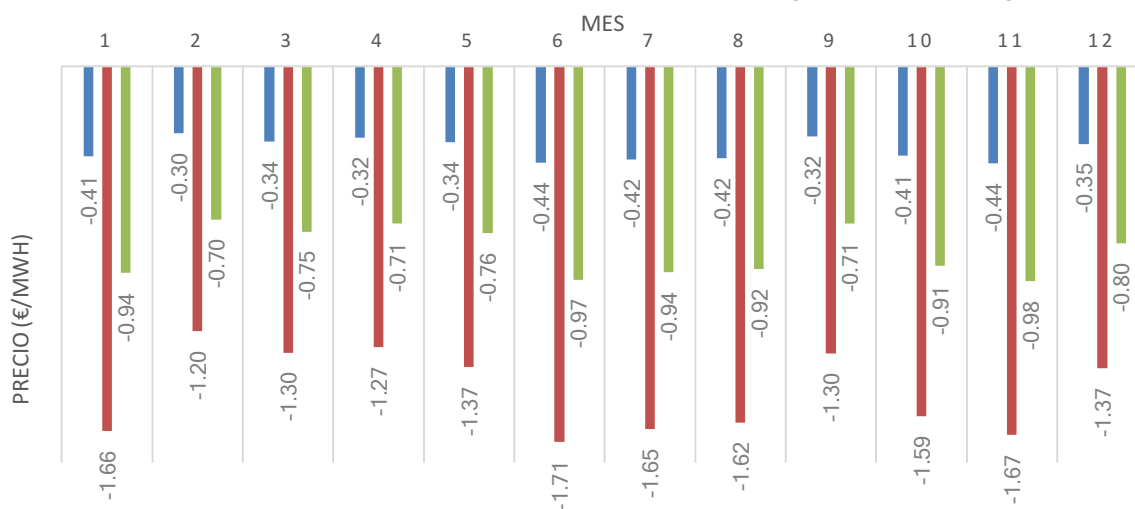


Ilustración 6-52 - Evolución del decremento medio mensual del precio marginal para los diferentes escenarios

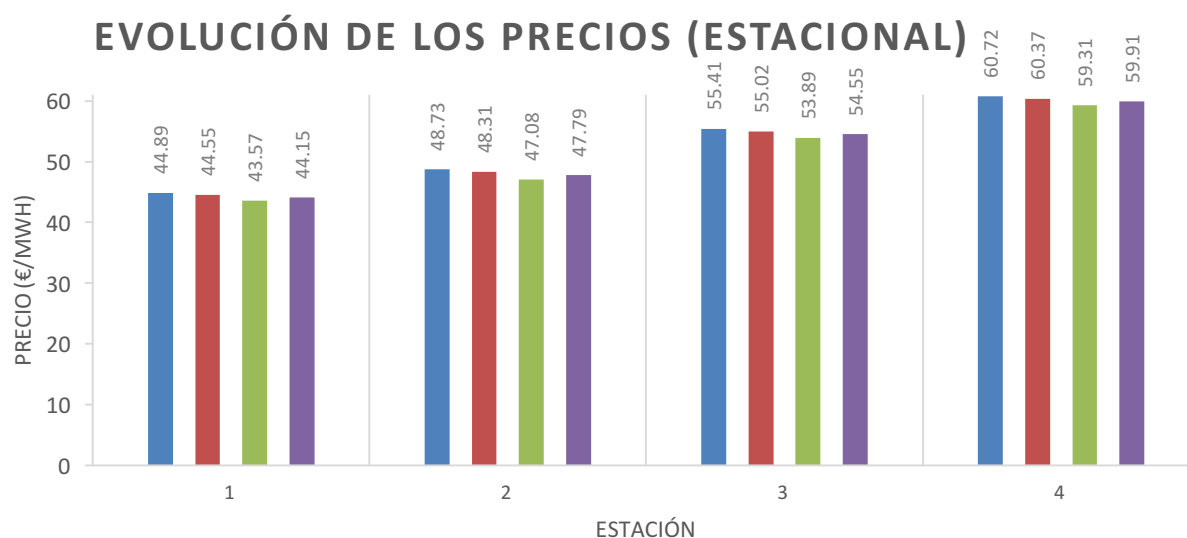


Ilustración 6-53 - Evolución de los precios medios estacionales para los diferentes escenarios

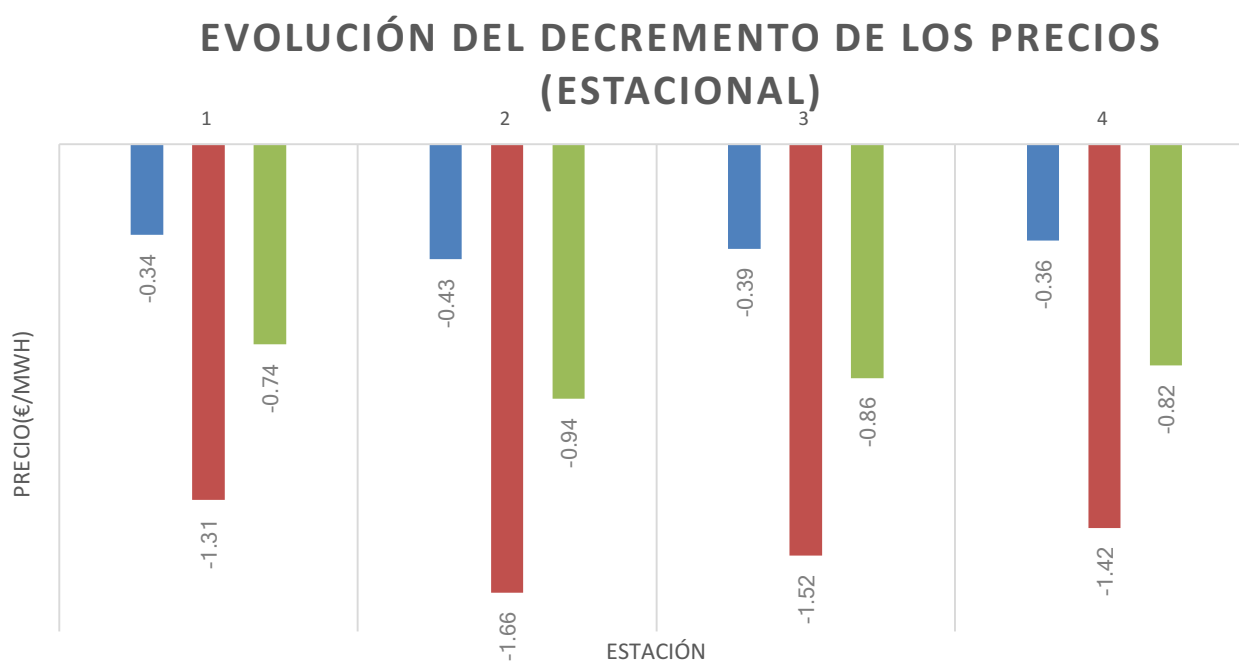


Ilustración 6-54 - Evolución del decremento de los precios medios estacionales para los distintos escenarios

En cuanto a la evolución del decremento porcentual de los precios medios anuales se tiene que para el escenario 3 en el que el porcentaje de desplazamiento de carga es mayor y el efecto que dicho efecto produce sobre el precio medio anual es incrementarlo, no sigue la tendencia de decremento del precio. Por lo que el efecto del desplazamiento de carga es algo mayor que el del autoconsumo.

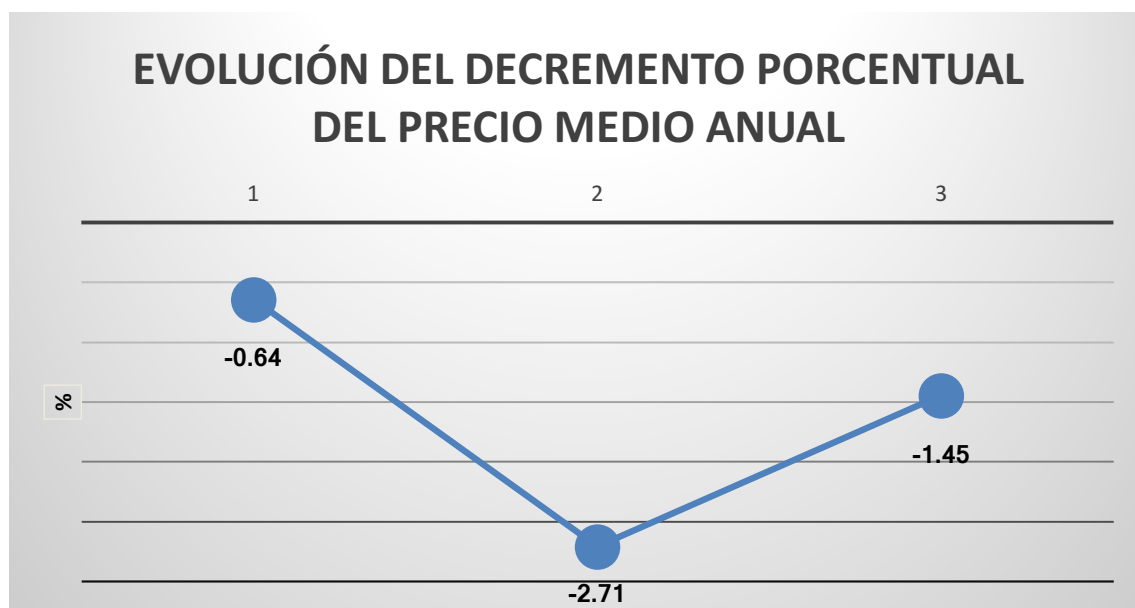


Ilustración 6-55 - Evolución del decremento porcentual del precio media anual para los distintos escenarios

En cuanto a la energía en estos casos de estudio, es algo diferente. Dado que, tanto el desplazamiento de carga como el autoconsumo el efecto que producen sobre la energía negociada en el mercado diario es disminuirla, pero siendo el autoconsumo más influyente en ello puesto que se está retirando la energía totalmente y no desplazándola, como es el caso del desplazamiento de carga, aunque la energía resultante negociada disminuya, a medida que aumenta el porcentaje del desplazamiento de carga en los escenarios de estudio la tendencia del decremento de la energía negociada se ve aminorada.

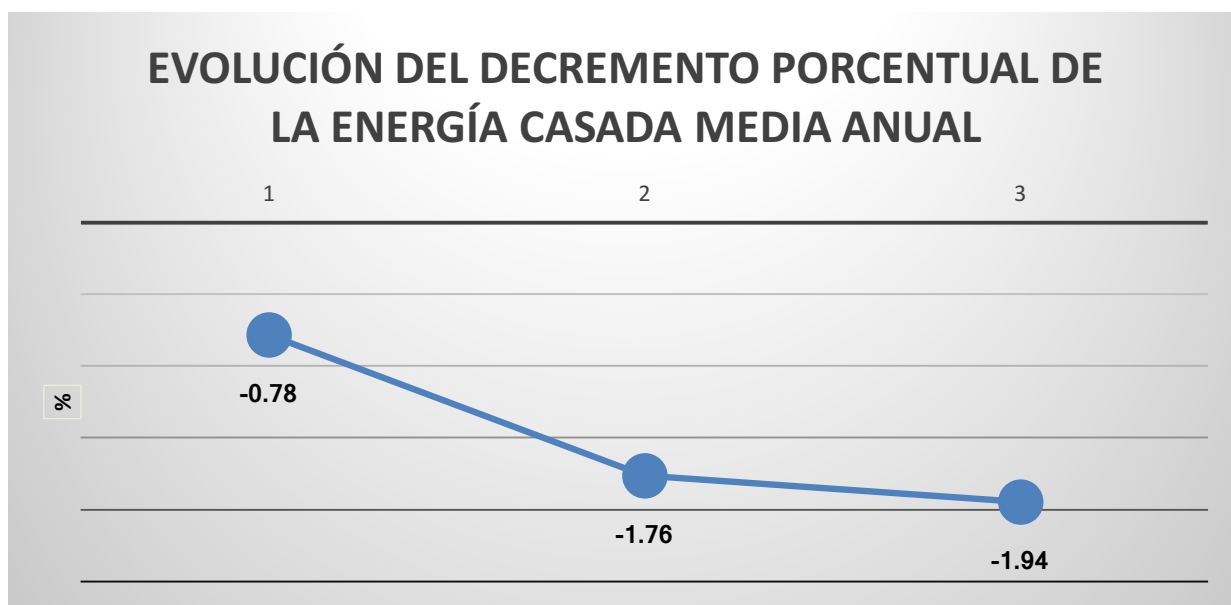


Ilustración 6-56 - Evolución del decremento porcentual de la energía negociada para los distintos escenarios

En cuanto al ingreso económico recibido por las unidades generadoras también cambiara la tendencia de reducción con el aumento del porcentaje del desplazamiento de carga.

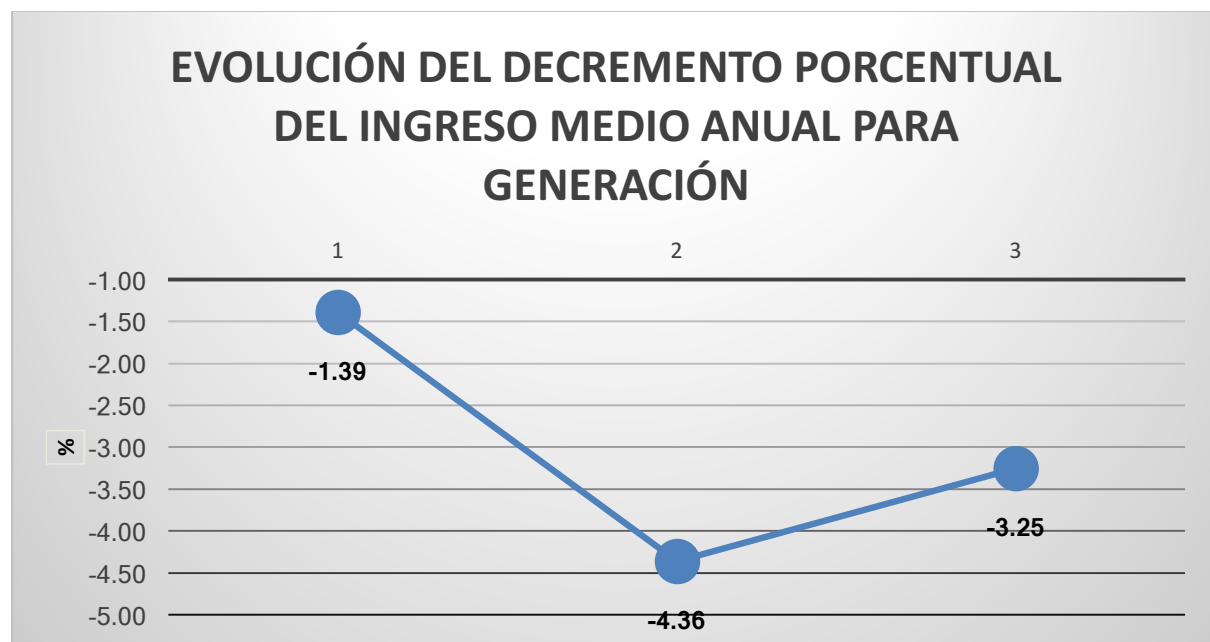


Ilustración 6-57 - Evolución porcentual del decremento del ingreso medio anual para generadoras para distintos escenarios

Al igual que para las casuísticas de estudio anteriores se muestra el ahorro que supone para los consumidores que entran en el mercado diario de la electricidad con oferta a precio instrumental, es decir a 180.3 €/MWh. Se muestra la evolución de la media aritmética anual.



Ilustración 6-58 - Ahorro del coste de adquisición de energía para comercializadoras

## 7 CONCLUSIONES

---

- El precio medio marginal, tanto mensual como estacional y anual, es menor cuanto mayor sea el escenario de autoconsumo instantáneo, y aún mayor si además existe posibilidad de almacenamiento. La tendencia del decremento de los precios medios es prácticamente lineal.
- El precio medio marginal, tanto mensual como anual, aumenta levemente con el incremento del escenario de estudio de desplazamiento de carga.
- El efecto que produce el desplazamiento de carga sobre el precio en horas valle es aumentar mientras que en horas pico es disminuir, siendo mayor la influencia de variar el precio en horas valle que en horas punta de donde se elimina carga para desplazarla.
- La energía media negociada en el mercado diario, tanto mensual como estacional y anual, se ve decrementada con el aumento de las instalaciones de autoconsumo. La tendencia de disminuir de ésta es prácticamente lineal. Si además se tiene la posibilidad de almacenamiento la energía media negociada será menor y la pendiente con la que disminuye es mayor, en valor absoluto.
- La energía media negociada, tanto mensual como anual, disminuyen con el aumento de los escenarios de desplazamiento de carga.
- La influencia que tiene la energía negociada en el mercado diario del desplazamiento de carga en horas valle es aumentar mientras que en horas punta es disminuir. El efecto de disminuir en horas punta es mayor que la de aumentar en horas valle. Del mismo modo la tendencia con la que disminuye en horas punta es mayor que con la que aumenta en horas valle.
- En cuanto al impacto sobre el ingreso económico de las generadoras, en ambos casos es disminuir, siendo más pronunciada la tendencia en los escenarios de autoconsumo que en los escenarios de desplazamiento de carga.

- El impacto que produce la inyección de autoconsumo sobre la energía negociada y el precio marginal del mercado diario de la electricidad es mayor que el aumento del desplazamiento de carga.

## REFERENCIAS

---

- 1) Agosti, L., Padilla, A. J., & Requejo, A. (2007). El mercado de generación eléctrica en España: Estructura, funcionamiento y resultados. *Economía Industrial*, 364, 21-37.
- 2) Carbajo, A. (2007). Los mercados eléctricos y los servicios de ajuste del sistema. *Economía Industrial*, 364, 55-62.
- 3) Ciarreta, A., Espinosa, M. P., & Pizarro-Irizar, C. (2012). Efecto de la energía renovable en el mercado diario de electricidad. escenario 2020. *Cuadernos Económicos De ICE*, 83, 101-116.
- 4) Dourbois, G. A., & Biskas, P. N. (2015). European market coupling algorithm incorporating clearing conditions of block and complex orders. Paper presented at the *PowerTech, 2015 IEEE Eindhoven*, 1-6.
- 5) Fernández, J. M. R., Payán, M. B., Santos, J. M. R., & García, Á. L. T. (2017). The voluntary price for the small consumer: Real-time pricing in Spain. *Energy Policy*, 102, 41-51.
- 6) IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2011. SPAHOUSEC, Análisis del consumo energético del sector residencial en España, (Analysis of the Energy Consumption in the Spanish Households) Final Report, July 2011.

- 
- 7) Faruqui, A., Sergici, S., Shultz, E., 2013. Consistency of Results in Dynamic Pricing Experiments – Toward a Meta Analysis. Proceedings of DistribuTECH Conference, San Diego, CA, January 29, 2013.
  - 8) REE-Red Eléctrica de España, online a. (Voluntary price for the small consumer (PVPC)) Active energy invoicing price, <https://www.esios.ree.es/en/pvpc>
  - 9) MIET-Ministerio de Industria, Energía y Turismo; Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los precios voluntarios para el pequeño consumidor de energía eléctrica y su régimen jurídico de contratación, BOE 77, de 29 de marzo de 2014, pp. 27397-27428
  - 10) JE-Jefatura del Estado, 2013. Real Decreto-Ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico, BOE 167, de 13 de julio de, pp. 52106–52147
  - 11) JE-Jefatura del Estado, 2014b. Ley 18/2014, de 15 de octubre, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia, BOE. 252, de 17 de octubre de 2014, pp. 83921–84082.
  - 12)
  - 13) Marín, C. E. (2004). La electricidad en las relaciones España-Portugal. *Finisterra*, 39(78)
  - 14) PXs, P. (2016). Euphemia public description. per market coupling algorithm. *Tech.Rep.*,
  - 15) Rosenzweig Mendialdua, F. d. (2003). Mercado ibérico de electricidad: Avances y retos.
  - 16) CMVM, CNMV, ERSE, CNE. (2009). Descripción del funcionamiento del MIBEL.
  - 17) [www.ree.es](http://www.ree.es) → Actividades → Operación del sistema eléctrico  
(<https://www.ree.es/es/actividades/operacion-del-sistema-electrico>)



18) [www.omie.es](http://www.omie.es) → Mercados y productos → Mercado Diario y Liquidación  
(<http://www.omie.es/inicio/mercados-y-productos/conoces-nuestro-mercado-de-electricidad>)

19) Informe anual OMIE 2017



- ```
function
[codigo,numver,unidad,desc,cov,nout1,nop,nout2,nout3,maxrampasub,maxrampabaj,termfijo,termvar,potencia,maxrampaarr,maxrampapar,pais,anio,mes,dia,hora,minuto,segundo] = import_cab(filename, startRow, endRow)
%IMPORTA_CAB Importa el cab del fichero de texto con unidades como nombres y las convierte en vectores columna.
% Ejemplo:
% [codigo,numver,unidad,desc,cov,nout1,nop,nout2,nout3,maxrampasub,maxrampabaj,termfijo,termvar,potencia,maxrampaarr,maxrampapar,pais,anio,mes,dia,hora,minuto,segundo]=import_cab('CAB_20140101.txt');
% Función Auto-generada por Matlab importdata tool.

%% Initialize variables.
if nargin<=2
    startRow = 1;
    endRow = inf;
end
% Format string for each line of text:

formatSpec = 
'%7f%3f%7s%30s%1s%1s%1s%17f%17f%7f%7f%17f%17f%7f%7f%1f%4f%2f%2f%2f%2f%[\n\r]';

%% Open the text file.
fileID = fopen(filename,'r');
% Read columns of data according to format string.
dataArray = textscan(fileID, formatSpec, endRow(1)-startRow(1)+1, 'Delimiter', ',', 'WhiteSpace', '', 'HeaderLines', startRow(1)-1, 'ReturnOnError', false);
for block=2:length(startRow)
    frewind(fileID);
    dataArrayBlock = textscan(fileID, formatSpec, endRow(block)-startRow(block)+1, 'Delimiter', ',', 'WhiteSpace', ',', 'HeaderLines', startRow(block)-1, 'ReturnOnError', false);
    for col=1:length(dataArray)
        dataArray{col} = [dataArray{col};dataArrayBlock{col}];
    end
end

%% Remove white space around all cell columns.
dataArray{3} = strtrim(dataArray{3});
dataArray{4} = strtrim(dataArray{4});
dataArray{5} = strtrim(dataArray{5});
dataArray{6} = strtrim(dataArray{6});
dataArray{7} = strtrim(dataArray{7});

%% Close the text file.
fclose(fileID);
% Allocate imported array to column variable names
codigo = dataArray{:, 1};
numver = dataArray{:, 2};
unidad = dataArray{:, 3};
desc = dataArray{:, 4};
cov = dataArray{:, 5};
nout1 = dataArray{:, 6};
nop = dataArray{:, 7};
nout2 = dataArray{:, 8};
nout3 = dataArray{:, 9};
maxrampasub = dataArray{:, 10};
maxrampabaj = dataArray{:, 11};
```

```

termfijo = dataArray(:, 12);
termvar = dataArray(:, 13);
potencia = dataArray(:, 14);
maxrampaarr = dataArray(:, 15);
maxrampapar = dataArray(:, 16);
pais = dataArray(:, 17);
anio = dataArray(:, 18);
mes = dataArray(:, 19);
dia = dataArray(:, 20);
hora = dataArray(:, 21);
minuto = dataArray(:, 22);
segundo = dataArray(:, 23);

```

- Import\_letrasdet.m

```

function DET1 = import_letrasdet(filename, startRow, endRow)
%IMPORT_LETRASDET Importación de los datos alfabeticos de los ficheros DET
% Función Auto-generada por Matlab importdata tool.

%% Initialize variables.
if nargin<=2
    startRow = 1;
    endRow = inf;
end
%% Format string for each line of text:
%   column8: text (%s)
%   column9: text (%s)
formatSpec = '%*55s%1s%s%[\n\r]';
%% Open the text file.
fileID = fopen(filename,'r');
%% Read columns of data according to format string.
dataArray = textscan(fileID, formatSpec, endRow(1)-startRow(1)+1, 'Delimiter', ',', 'WhiteSpace',
'', 'EmptyValue', NaN, 'HeaderLines', startRow(1)-1, 'ReturnOnError', false);
for block=2:length(startRow)
    frewind(fileID);
    dataArrayBlock = textscan(fileID, formatSpec, endRow(block)-startRow(block)+1, 'Delimiter',
'', 'WhiteSpace', ',', 'EmptyValue', NaN, 'HeaderLines', startRow(block)-1, 'ReturnOnError',
false);
    for col=1:length(dataArray)
        dataArray{col} = [dataArray{col};dataArrayBlock{col}];
    end
end
%% Close the text file.
fclose(fileID);
%% Create output variable
DET1 = [dataArray{1:end-1}];

```

- Import\_numdet.m

```

function [coddet,numverdet,horadet,tramodet,h,preciadet,energiadet] = import_numdet(filename,
startRow, endRow)
%IMPORT_NUMDET Importación de datos numéricos de los ficheros DET y su
%conversion a vectores columna.
%
%% Initialize variables.
if nargin<=2
    startRow = 1;
    endRow = inf;
end
%% Read columns of data as strings:
formatSpec = '%7s%3s%2s%2s%17s%17s%7s%[\n\r]';
%% Open the text file.
fileID = fopen(filename,'r');
%% Read columns of data according to format string.
textscan(fileID, '%[\n\r]', startRow(1)-1, 'ReturnOnError', false);
dataArray = textscan(fileID, formatSpec, endRow(1)-startRow(1)+1, 'Delimiter', ',', 'WhiteSpace',
'', 'ReturnOnError', false);
for block=2:length(startRow)
    frewind(fileID);
    textscan(fileID, '%[\n\r]', startRow(block)-1, 'ReturnOnError', false);
    dataArrayBlock = textscan(fileID, formatSpec, endRow(block)-startRow(block)+1, 'Delimiter',
'', 'WhiteSpace', ',', 'ReturnOnError', false);
    for col=1:length(dataArray)
        dataArray{col} = [dataArray{col};dataArrayBlock{col}];
    end
end

```

end

```
coddet = str2num(cell2mat(dataArray{1}));           %COMO PARECE QUE FUNCIONA
numverdet = str2num(cell2mat(dataArray{2}));
horadet = str2num(cell2mat(dataArray{3}));
tramodet = str2num(cell2mat(dataArray{4}));
h=str2num(cell2mat(dataArray{5}));
preciodet= str2num(cell2mat(dataArray{6}));
energiadet = str2num(cell2mat(dataArray{7}));
```

fclose(fileID);

- Import\_pbc.m

```
function matriz_atc3 = import_pbc(filename, startRow, endRow)
```

```
%% Initialize variables.
delimiter = ',';
if nargin<=2
    startRow = 3;
    endRow = 26;
end
%% Read columns of data as strings:
formatSpec = '%*s%*s%*s%*s%*s%*s%*s%[\n\r]';
%% Open the text file.
fileID = fopen(filename,'r');
%% Read columns of data according to format string.
textscan(fileID, '%[\n\r]', startRow(1)-1, 'ReturnOnError', false);
dataArray = textscan(fileID, formatSpec, endRow(1)-startRow(1)+1, 'Delimiter', delimiter,
'ReturnOnError', false);
for block=2:length(startRow)
    frewind(fileID);
    textscan(fileID, '%[\n\r]', startRow(block)-1, 'ReturnOnError', false);
    dataArrayBlock = textscan(fileID, formatSpec, endRow(block)-startRow(block)+1, 'Delimiter',
delimiter, 'ReturnOnError', false);
    for col=1:length(dataArray)
        dataArray{col} = [dataArray{col};dataArrayBlock{col}];
    end
end
%% Close the text file.
fclose(fileID);
%% Convert the contents of columns containing numeric strings to numbers.
% Replace non-numeric strings with NaN.
raw = repmat({''},length(dataArray{1}),length(dataArray)-1);
for col=1:length(dataArray)-1
    raw(1:length(dataArray{col}),col) = dataArray{col};
end
numericData = NaN(size(dataArray{1},1),size(dataArray,2));

for col=[1,2]
    % Converts strings in the input cell array to numbers. Replaced non-numeric
    % strings with NaN.
    rawData = dataArray{col};
    for row=1:size(rawData, 1);
        % Create a regular expression to detect and remove non-numeric prefixes and
        % suffixes.
        regexstr = '(?<prefix>.*?)(?<numbers>([-]*\d+[\.]*)+[\,]{0,1}\d*[eEdD]{0,1}[-
+]*\d*[i]{0,1})|([-]*\d+[\.]*)*[\,]{1,1}\d+[eEdD]{0,1}[-+]*\d*[i]{0,1})(?<suffix>.*?';
        try
            result = regexp(rawData{row}, regexstr, 'names');
            numbers = result.numbers;

            % Detected commas in non-thousand locations.
            invalidThousandsSeparator = false;
            if any(numbers=='.'');
                thousandsRegExp = '^(\d+?(\.\d{3})*)\,\{0,1\}\d*$';
                if isempty(regexp(thousandsRegExp, '.', 'once'));
                    numbers = NaN;
                    invalidThousandsSeparator = true;
                end
            end
            % Convert numeric strings to numbers.
            if ~invalidThousandsSeparator;
                numbers = strrep(numbers, '.', '');
            end
        end
    end
end
```

```

        numbers = strrep(numbers, ',', '.');
        numbers = textscan(numbers, '%f');
        numericData(row, col) = numbers{1};
        raw{row, col} = numbers{1};
    end
    catch me
    end
end
end

%% Creacion de la matriz ATC de la forma requerida
matriz_atc = cell2mat(raw);
matriz_atc = matriz_atc';

matriz_atc2(2,:)=abs(matriz_atc(1,:));
matriz_atc2(1,:)=matriz_atc(2,:);

a=[1 2;2 1];

matriz_atc3=[a matriz_atc2];

```

### • Import\_capacidad.m

```

function [HoraPBC,Frontera,OcupacionImport,OcupacionExport]=import_capacidad(filename)
%% Import data from text file.

%% Initialize variables.
filename = 'C:\Users\usuario\Documents\Industriales\4.Cuarto\TFG\Fomato datos de
entrada\2015\capacidad_inter_pbc_20150101.1';
delimiter = ',';
startRow = 3;

%% Read columns of data as strings:
% For more information, see the TEXTSCAN documentation.
formatSpec = '%s%s%s%s%s%s%s%s%s%[\n\r]';

%% Open the text file.
fileID = fopen(filename,'r');

%% Read columns of data according to format string.
% This call is based on the structure of the file used to generate this
% code. If an error occurs for a different file, try regenerating the code
% from the Import Tool.
textscan(fileID, '%[^\n\r]', startRow-1, 'ReturnOnError', false);
dataArray = textscan(fileID, formatSpec, 'Delimiter', delimiter, 'ReturnOnError', false);

%% Close the text file.
fclose(fileID);

%% Convert the contents of columns containing numeric strings to numbers.
% Replace non-numeric strings with NaN.
raw = repmat({'',length(dataArray{1}),length(dataArray)-1);
for col=1:length(dataArray)-1
    raw(1:length(dataArray{col}),col) = dataArray{col};
end
numericData = NaN(size(dataArray{1},1),size(dataArray,2));

for col=[1,3,5,7,8,9]
    % Converts strings in the input cell array to numbers. Replaced non-numeric
    % strings with NaN.
    rawData = dataArray{col};
    for row=1:size(rawData, 1);
        % Create a regular expression to detect and remove non-numeric prefixes and
        % suffixes.
        regexstr = '(?<prefix>.*?)(?<numbers>[(-]*(\d+[\.]*)+[\,]{0,1}\d*[eEdD]{0,1}[-
+]*\d*[i]{0,1})|([(-]*(\d+[\.]*)*[\,]{1,1}\d+[eEdD]{0,1}[-+]*\d*[i]{0,1}))(?<suffix>.*?);
        try
            result = regexp(rawData{row}, regexstr, 'names');
            numbers = result.numbers;

            % Detected commas in non-thousand locations.
            invalidThousandsSeparator = false;
            if any(numbers=='.' );
                thousandsRegExp = '^(\d+?(\.\d{3}))*\,(\d+)*\d*$';
                if isempty(regexp(thousandsRegExp, '.', 'once'));
                    numbers = NaN;
                    invalidThousandsSeparator = true;

```

```

        end
    end
    % Convert numeric strings to numbers.
    if ~invalidThousandsSeparator;
        numbers = strrep(numbers, ',', '');
        numbers = strrep(numbers, '.', '');
        numbers = textscan(numbers, '%f');
        numericData(row, col) = numbers{1};
        raw{row, col} = numbers{1};
    end
catch me
end
end
end

%% Split data into numeric and cell columns.
rawNumericColumns = raw(:, [1,3,5,7,8,9]);
rawCellColumns = raw(:, [2,4,6]);

%% Replace non-numeric cells with NaN
R = cellfun(@(x) ~isnumeric(x) && ~islogical(x), rawNumericColumns); % Find non-numeric cells
rawNumericColumns(R) = {NaN}; % Replace non-numeric cells

%% Allocate imported array to column variable names
HoraPBC = cell2mat(rawNumericColumns(:, 1));
%Fecha = rawCellColumns(:, 1);
Frontera = cell2mat(rawNumericColumns(:, 2));
%Capacidadimportacin = rawCellColumns(:, 2);
OcupacionImport = cell2mat(rawNumericColumns(:, 3));
%Capacidadlibredeimportacin = rawCellColumns(:, 3);
%Capacidadexportacin = cell2mat(rawNumericColumns(:, 4));
OcupacionExport = cell2mat(rawNumericColumns(:, 5));
%Capacidadlibredeexportacin = cell2mat(rawNumericColumns(:, 6));

```

## • CreaVentas17.m

```

function [V]=CreaVentas17(nombre_cab, nombre_det, nombrepbc)
[codigo,~,unidad,~,cov,~,~,~,~,maxrampasub,maxrampabaj,termfijo,termvar,potencia,maxrampaarr,maxr
ampapar,pais,anio,mes,dia,hora,minuto,segundo]= import_cab(nombre_cab);
[potenciaG] = import_potencia(nombre_cab);
potencia(:)=potenciaG(:);
[coddet,~,horadet,~,~,preciodet,energiadet] = import_numdet(nombre_det);
DET1 = import_letrasdet(nombre_det);
[HoraPBC,Frontera,OcupacionImport,~]=import_capacidad(nombrepbc);
[filacAB,~]=size(pais);
[filadeT,~]=size(preciodet);
%Para eliminar las unidades francesas sin derechos (son esas 3), miramos en
%en que índice se encuentran y guardamos dichos índices. Restafila es una
%variable que se incrementa en 1 cada vez que encuentra una de esas
%unidades
% restafila=0;
% indice1=0;
% indice2=0;
% indice3=0;
% for t=1:filacAB
%     if strcmp(unidad{t},'DANSC03') && cov{t}=='V'
%         restafila=restafila+1;
%         indice1=t;
%     elseif strcmp(unidad{t},'DANSV03') && cov{t}=='V'
%         restafila=restafila+1;
%         indice2=t;
%     elseif strcmp(unidad{t},'DBECV03') && cov{t}=='V'
%         restafila=restafila+1;
%         indice3=t;
%     end
% end
%Contamos en el vector cov el numero de ventas que encontramos para ese día
%y lo almacenamos en la variable col.
col=0;
for w=1:filacAB
    if cov{w}=='V'
        col=col+1;
    end
end
%A la variable col que hemos obtenido antes del vector cov le restamos la

```

```

%variable restafila, para obtener el numero de filas final que tendrá la
%matriz venta Vp
% col=col-restafila;
Vp=zeros(col,2415);
%Rellenamos las dos primeras columna de la matriz con el país(1) al que
%pertenece la unidad y el índice que corresponde a la unidad en la lista(2)
r=1;
lista=unique(unidad);
for i=1:filaCAB
%   if i~=indice1 && i~=indice2 && i~=indice3
%       if cov{i}=='V'
%           if pais(i,1)>2 %Las unidades con países diferentes a España y Portugal
%               pais(i,1)=1; %las tomamos como si fueran de España
%               Vp(r,1)=pais(i,1);%(1)
%           else
%               Vp(r,1)=pais(i,1);%(1)
%           end
%           p=find(strcmp(unidad(i),lista(:,1)));
%           Vp(r,2)=p;%(2)
%           r=r+1;
%       end
%   end
%Rellenamos la matriz de venta Vp, sabiendo que no tenemos que tener en
%cuenta las unidades francesas(1), que sea venta(2). Para ello recorremos
%el CAB y el DET

r=1;
for j=1:filaCAB
%   if j~=indice1 && j~=indice2 && j~=indice3 %(1)
%       if cov{j}=='V'%(2)
%           pos_det=find(coddet==codigo(j,1));
%           tam_pos_det=size(pos_det);
%           for indice=1:tam_pos_det
%               k=pos_det(indice);
%               if k==1
%                   a=horadet(k,1);
%                   b=1;
%                   c=3+(a-1)*100+(b-1)*4;
%                   Vp(r,c)=preciodet(k,1);
%                   Vp(r,c+1)=energiadet(k,1);
%                   if DET1{k,1}=='S'
%                       Vp(r,c+2)=0;
%                   else
%                       Vp(r,c+2)=1;
%                   end
%                   if DET1{k,2}=='S'
%                       Vp(r,c+3)=0;
%                   else
%                       Vp(r,c+3)=1;
%                   end
%               else
%                   if coddet(k,1)~=coddet(k-1,1)
%                       a=horadet(k,1);
%                       b=1;
%                       c=3+(a-1)*100+(b-1)*4;
%                       Vp(r,c)=preciodet(k,1);
%                       Vp(r,c+1)=energiadet(k,1);
%                       if DET1{k,1}=='S'
%                           Vp(r,c+2)=0;
%                       else
%                           Vp(r,c+2)=1;
%                       end
%                       if DET1{k,2}=='S'
%                           Vp(r,c+3)=0;
%                       else
%                           Vp(r,c+3)=1;
%                       end
%                   elseif coddet(k,1)==coddet(k-1,1)
%                       if horadet(k,1)==horadet(k-1,1)
%                           a=horadet(k,1);
%                           b=b+1;
%                           c=3+(a-1)*100+(b-1)*4;
%                           Vp(r,c)=preciodet(k,1);
%                           Vp(r,c+1)=energiadet(k,1);
%                           if DET1{k,1}=='S'
%                               Vp(r,c+2)=0;

```



```

        else
            Vp(r,c+2)=1;
        end
        if DET1{k,2}=='S'
            Vp(r,c+3)=0;
        else
            Vp(r,c+3)=1;
        end
        elseif horadet(k,1)~=horadet(k-1,1)
            a=horadet(k,1);
            b=1;
            c=3+(a-1)*100+(b-1)*4;
            Vp(r,c)=preciodet(k,1);
            Vp(r,c+1)=energiadet(k,1);
            if DET1{k,1}=='S'
                Vp(r,c+2)=0;
            else
                Vp(r,c+2)=1;
            end
            if DET1{k,2}=='S'
                Vp(r,c+3)=0;
            else
                Vp(r,c+3)=1;
            end
        end
    end
end
Vp(r,2403)=potencia(j);
Vp(r,2404)=termfijo(j);
Vp(r,2405)=termvar(j);
Vp(r,2406)=maxrampasub(j);
Vp(r,2407)=maxrampabaj(j);
Vp(r,2408)=maxrampaarr(j);
Vp(r,2409)=maxrampapar(j);
Vp(r,2410)=anio(j);
Vp(r,2411)=mes(j);
Vp(r,2412)=dia(j);
Vp(r,2413)=hora(j);
Vp(r,2414)=minuto(j);
Vp(r,2415)=segundo(j);
r=r+1;
end
% end
end
%Guardo en index1 e index2 los índices en los cuales se encuentra EDPSVD1.
index1=0;
index2=0;
w=0; %contador de repeticiones de EDPSVD1 en la matriz V. Sabemos que esta unidad esta dos veces.
h=col+1;
Vp(h,:)=zeros; %Añado una fila de ceros a la matriz Vp existente.
p=find(strcmp(lista,'EDPSVD1'));
for i=1:col
    if w<2
        if Vp(i,2)==p
            if w==0
                index1=i;
                w=w+1;
            elseif w==1
                index2=i;
                w=w+1;
            end
        end
    end
end
end
Vp(h,1)=Vp(index1,1); %Adjudico el pais en la fila nueva
Vp(h,2)=p; %Adjudico el numero de la lista en la nueva fila
%c=0; %contador de ofertas
%Como la unidad EDPSVD1 ofrece dos veces, una VNP(desagregación de una
%unidad de contratación a plazos) y otra VNO(oferta normal), debemos de
%tratarla como una única unidad, tenemos que ver si el tramo de alguna hora
%alguna de las dos oferta(1), en el caso que ambas oferten hay que meter en
%el tramo correspondiente la de menos recio y en el tramo siguiente la de
%mayor precio(2), en el caso que ambas oferten al mismo precio se pone primero
%la de menor energía(3) y se pone la fecha de aquella unidad que haya ofertado antes(4).

for i=3:4:2399

```

```

    if Vp(index1,i)~=0 || Vp(index1,i+1)~=0 || Vp(index1,i+2)~=0 || Vp(index1,i+3)~=0 ||
Vp(index2,i)~=0 || Vp(index2,i+1)~=0 || Vp(index2,i+2)~=0 || Vp(index2,i+3)~=0%(1)
    if Vp(index1,i)==Vp(index2,i)%(3)
        if Vp(index1,i+1)<=Vp(index2,i+1)
            Vp(h,i)=Vp(index1,i);
            Vp(h,i+1)=Vp(index1,i+1);
            Vp(h,i+2)=Vp(index1,i+2);
            Vp(h,i+3)=Vp(index1,i+3);
            Vp(h,i+4)=Vp(index2,i);
            Vp(h,i+5)=Vp(index2,i+1);
            Vp(h,i+6)=Vp(index2,i+2);
            Vp(h,i+7)=Vp(index2,i+3);
        else
            Vp(h,i)=Vp(index2,i);
            Vp(h,i+1)=Vp(index2,i+1);
            Vp(h,i+2)=Vp(index2,i+2);
            Vp(h,i+3)=Vp(index2,i+3);
            Vp(h,i+4)=Vp(index1,i);
            Vp(h,i+5)=Vp(index1,i+1);
            Vp(h,i+6)=Vp(index1,i+2);
            Vp(h,i+7)=Vp(index1,i+3);
        end
    elseif Vp(index1,i)<Vp(index2,i)%(2)
        Vp(h,i)=Vp(index1,i);
        Vp(h,i+1)=Vp(index1,i+1);
        Vp(h,i+2)=Vp(index1,i+2);
        Vp(h,i+3)=Vp(index1,i+3);
        Vp(h,i+4)=Vp(index2,i);
        Vp(h,i+5)=Vp(index2,i+1);
        Vp(h,i+6)=Vp(index2,i+2);
        Vp(h,i+7)=Vp(index2,i+3);
    elseif Vp(index1,i)>Vp(index2,i)%(2)
        Vp(h,i)=Vp(index2,i);
        Vp(h,i+1)=Vp(index2,i+1);
        Vp(h,i+2)=Vp(index2,i+2);
        Vp(h,i+3)=Vp(index2,i+3);
        Vp(h,i+4)=Vp(index1,i);
        Vp(h,i+5)=Vp(index1,i+1);
        Vp(h,i+6)=Vp(index1,i+2);
        Vp(h,i+7)=Vp(index1,i+3);
    end
end
end
%(4)El siguiente bucle comprueba que fecha es anterior.
for i=2403:2415
    if Vp(index1,2410)<Vp(index2,2410)%Comprueba año
        Vp(h,i)=Vp(index1,i);
    elseif Vp(index1,2410)>Vp(index2,2410)%Comprueba año
        Vp(h,i)=Vp(index2,i);
    elseif Vp(index1,2411)<Vp(index2,2411)%Comprueba mes
        Vp(h,i)=Vp(index1,i);
    elseif Vp(index1,2411)>Vp(index2,2411)%Comprueba mes
        Vp(h,i)=Vp(index2,i);
    elseif Vp(index1,2412)<Vp(index2,2412)%Comprueba día
        Vp(h,i)=Vp(index1,i);
    elseif Vp(index1,2412)>Vp(index2,2412)%Comprueba día
        Vp(h,i)=Vp(index2,i);
    elseif Vp(index1,2413)<Vp(index2,2413)%Comprueba hora
        Vp(h,i)=Vp(index1,i);
    elseif Vp(index1,2413)>Vp(index2,2413)%Comprueba hora
        Vp(h,i)=Vp(index2,i);
    elseif Vp(index1,2414)<Vp(index2,2414)%Comprueba minutos
        Vp(h,i)=Vp(index1,i);
    elseif Vp(index1,2414)>Vp(index2,2414)%Comprueba minutos
        Vp(h,i)=Vp(index2,i);
    elseif Vp(index1,2415)<Vp(index2,2415)%Comprueba segundos
        Vp(h,i)=Vp(index1,i);
    elseif Vp(index1,2415)>Vp(index2,2415)%Comprueba segundos
        Vp(h,i)=Vp(index2,i);
    end
end
end
%Genero la matriz V que es la que va a devolver, quitando las unidades que
%se repiten(1)y dejando la fila nueva que hemos creado(union de ambas)
V=zeros(col-1,2415);
r=1;
for k=1:h
    if k~=index1 && k~=index2%(1)

```

```

        for i=1:2415
            V(r,i)=Vp(k,i);
        end
        r=r+1;
    end
end
[a,~]=size(V);
f=a+1;
V(f,:)=zeros; %Añadimos una fila de ceros para poder añadir una unidad ficticia que modela la
interconexión con Francia en la venta
[t,~]=size(Frontera); %Obtenemos el numero de filas de los vectores para ese día
anadir_venta=zeros(t,2); %Matriz en la que se guarda en la primera columna la hora y en la
segunda se rellena con el vector OcupacionImport
%Cuando Frontera sea igual a 3 guardaremos la hora y sus ocupacionimort correspondiente para
después añadirlos a la matriz final de venta, V
c=1; %Contador que recorre la matriz anadir_venta cuando estamos guardando
for j=1:t
    if Frontera(j)==3 || Frontera(j)==4 || Frontera(j)==5
        anadir_venta(c,1)=HoraPBC(j);
        anadir_venta(c,2)=-OcupacionImport(j);
        c=c+1;
    end
end
d=1; %Contador que recorre la matriz anadir_venta cuando estamos copiando en la matriz final de
venta,V
for i=4:100:2304
    V(f,i)=anadir_venta(d,2)+anadir_venta(d+24,2)+anadir_venta(d+48,2);
    d=d+1;
end

```

- CreaCompral7.m

```

function [C]=CreaCompral7(nombre_cab,nombre_det, nombrepbc)
format short;
[codigo,~,unidad,~,cov,~,~,~,~,~,~,~,~,~,pais,anio,mes,dia,hora,minuto,segundo]=
import_cab(nombre_cab);
[coddet,~,horadet,~,~,preciodet,energiadet] = import_numdet(nombre_det);
[HoraPBC,Frontera,~,OcupacionExport]=import_capacidad(nombrepbc);
[filacAB,~]=size(pais);
[filadET,~]=size(preciodet);
%Para eliminar las unidades francesas sin derechos(son esas 3), miramos en
%en que índice se encuentran y guardamos dichos índices. Restafila es una
%variable que se incrementa en 1 cada vez que encuentra una de esas
%unidades
restafila=0;
indice1=0;
indice2=0;
indice3=0;
for t=1:filacAB
    if strcmp(unidad{t},'ENERC03') && cov{t}=='C'
        restafila=restafila+1;
        indice1=t;
    elseif strcmp(unidad{t},'INIRC03') && cov{t}=='C'
        restafila=restafila+1;
        indice2=t;
    elseif strcmp(unidad{t},'GGLRC03') && cov{t}=='C'
        restafila=restafila+1;
        indice3=t;
    end
end
%Contamos en el vector cov el numero de compras que encontramos para ese día
%y lo almacenamos en la variable col.
col=0;
for w=1:filacAB
    if cov{w}=='C'
        col=col+1;
    end
end
%A la variable col que hemos obtenido antes del vector cov le restamos la
%variable restafila, para obtener el numero de filas final que tendrá la
%matriz compra C
% col=col-restafila;
C=zeros(col,1208);
%Rellenamos las dos primeras columnas de la matriz con el país(1) al que
%pertenece la unidad y el índice que corresponde a la unidad en la lista(2)
r=1;

```

```

lista=unique(unidad);
for i=1:filaCAB
    if i~=indice1 && i~=indice2 && i~=indice3
        if cov{i}=='C'
            if pais(i,1)>2          %Las unidades con paises diferentes a España y Portugal
                pais(i,1)=1;      %las tomamos como si fueran de España
                C(r,1)=pais(i,1);%(1)
            else
                C(r,1)=pais(i,1);%(1)
            end
            p=find(strcmp(unidad(i),lista(:,1)));
            C(r,2)=p;%(2)
            r=r+1;
        end
    end
end
%Rellenamos la matriz de compra C, sabiendo que no tenemos que tener en
%cuenta las unidades francesas(1), que sea compra(2). Para ello recorreremos
%el CAB y el DET
r=1;
for j=1:filaCAB
    if cov{j}=='C'%(2)
        if j~=indice1 && j~=indice2 && j~=indice3%(1)
            pos_det=find(coddet==codigo(j,1));
            tam_pos_det=size(pos_det);
            for indice=1:tam_pos_det
                k=pos_det(indice);
                if k==1
                    a=horadet(k,1);
                    b=1;
                    c=3+(a-1)*50+(b-1)*2;
                    C(r,c)=preciodet(k,1);
                    C(r,c+1)=energiadet(k,1);
                else
                    if coddet(k,1)~=coddet(k-1,1)
                        a=horadet(k,1);
                        b=1;
                        c=3+(a-1)*50+(b-1)*2;
                        C(r,c)=preciodet(k,1);
                        C(r,c+1)=energiadet(k,1);
                    elseif coddet(k,1)==coddet(k-1,1)
                        if horadet(k,1)==horadet(k-1,1)
                            a=horadet(k,1);
                            b=b+1;
                            c=3+(a-1)*50+(b-1)*2;
                            C(r,c)=preciodet(k,1);
                            C(r,c+1)=energiadet(k,1);
                        elseif horadet(k,1)~=horadet(k-1,1)
                            a=horadet(k,1);
                            b=1;
                            c=3+(a-1)*50+(b-1)*2;
                            C(r,c)=preciodet(k,1);
                            C(r,c+1)=energiadet(k,1);
                        end
                    end
                end
            end
            C(r,1203)=anio(j);
            C(r,1204)=mes(j);
            C(r,1205)=dia(j);
            C(r,1206)=hora(j);
            C(r,1207)=minuto(j);
            C(r,1208)=segundo(j);
            r=r+1;
        end
    end
end
end
[a,~]=size(C);
f=a+1;
C(f,:)=zeros; %Añado una fila de ceros para poder añadir la unidad que en el fichero de compra
que simula la interconexion con Francia
[t,~]=size(Frontera);
anadir_compra=zeros(t,2);%Matriz en la que se guarda en la primera columna la hora y en la
segunda se rellena con el vector OcupacionImport
%Cuando Frontera sea igual a 3 guardaremos la hora y sus ocupacionexport
%correspondiente para después añadirlos a la matriz final de compra, C

```

```

c=1; %Contador que recorre la matriz anadir_compra cuando estamos guardando
for i=1:t
    if Frontera(i)==3 || Frontera(i)==4 || Frontera(i)==5
        anadir_compra(c,1)=HoraPBC(i);
        anadir_compra(c,2)=OcupacionExport(i);
        c=c+1;
    end
end
d=1; %Contador de la matriz anadir_compra cuando estamos añadiendo a la matriz final de compra,C
for i=3:50:1153
    if anadir_compra(d,2) ~= 0 || anadir_compra(d+24,2) ~= 0 || anadir_compra(d+48,2) ~= 0
        C(f,i)=180.3;
        C(f,i+1)=anadir_compra(d,2)+anadir_compra(d+24,2)+anadir_compra(d+48,2);
    end
    d=d+1;
end
C(f,1)=1;

```

- CreaATC17.m

```

function [ATC]=CreaATC17(nombre_atc)
ATC=import_pbc(nombre_atc);

```

- Anio17.m

```

%%
%
%           FICHEROS VENTA COMPRA ATC
%
%%

tic

%% Datos de partida (por orden de entrada en la funcion)
anio=2017; %Año que analizamos. Asegurarnos de que tenemos todos los ficheros del
año que queremos crear
venta='VENTA_2017'; %Nombre asignado a los ficheros de las ventas
compra='COMPRA_2017';
atc='ATC_2017';
cab='CAB_2017';
det='DET_2017';
pbc='capacidad_inter_pbc_2017';

%% LÓGICA DE EJECUCIÓN
%Diferenciación de los nombres según el día del año
for k=1:12

    if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 || k==10 || k==12 %Meses con 31 días
        if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 %Meses de 31 días de
            1 digito (ENERO, MARZO, MAYO, JULIO, AGOSTO)
                %fecha=[num2str(anio) num2str(0) num2str(k)];

        for kk=1:9
            %fecha=[fecha num2str(0) num2str(kk) ];
            nventa=[venta num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            natc=[atc num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            filenamecab=[cab num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
            filenamemedet=[det num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
            filenameepbc=[pbc num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];

            V=CreaVentas17(filenamecab,filenamemedet,filenameepbc);
            C=CreaCompral7(filenamecab,filenamemedet,filenameepbc);
            ATC=CreaATC17(filenameepbc);
            save(nventa,'V','-ascii');
            save(ncompra,'C','-ascii');
            save(natc,'ATC','-ascii');
        end
    for kk=10:31
        %fecha=[fecha num2str(kk)];
        nventa=[venta num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        natc=[atc num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
    end
end

```

```

filenamecab=[cab num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.1'];
filenamedet=[det num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.1'];
filenameepbc=[pbc num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.1'];

if k==3 && kk==26
    V=Crea23Venta17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
    C=Crea23Compra17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
    ATC=CreaATC17(filenameepbc);
    save(nventa,'V','-ascii');
    save(ncompra,'C','-ascii');
    save(natc,'ATC','-ascii');
else
    V=CreaVenta17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
    C=CreaCompra17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
    ATC=CreaATC17(filenameepbc);
    save(nventa,'V','-ascii');
    save(ncompra,'C','-ascii');
    save(natc,'ATC','-ascii');
end
end
elseif k==10 || k==12 %Meses de 31 dias de
OCTUBRE Y DICIEMBRE(2 dígitos)
    %fecha=[num2str(anio) num2str(k)];

for kk=1:9
    %fecha=[fecha num2str(0) num2str(kk)];
    nventa=[venta num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
    ncompra=[compra num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
    natc=[atc num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
    filenamecab=[cab num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
    filenamedet=[det num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
    filenameepbc=[pbc num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
    disp(nventa)

    V=CreaVenta17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
    C=CreaCompra17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
    ATC=CreaATC17(filenameepbc);
    save(nventa,'V','-ascii');
    save(ncompra,'C','-ascii');
    save(natc,'ATC','-ascii');
end
for kk=10:31
    if (k==10 && kk==30)
        kk=kk+1;
    else
        %fecha=[fecha num2str(kk)];
        nventa=[venta num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        natc=[atc num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        filenamecab=[cab num2str(k) num2str(kk) '.1'];
        filenamedet=[det num2str(k) num2str(kk) '.1'];
        filenameepbc=[pbc num2str(k) num2str(kk) '.1'];
        disp(nventa)

    if k==10 && kk==29
        V=Crea25Venta17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
        C=Crea25Compra17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
        ATC=CreaATC17(filenameepbc);
        save(nventa,'V','-ascii');
        save(ncompra,'C','-ascii');
        save(natc,'ATC','-ascii');
    else
        V=CreaVenta17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
        C=CreaCompra17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
        ATC=CreaATC17(filenameepbc);
        save(nventa,'V','-ascii');
        save(ncompra,'C','-ascii');
        save(natc,'ATC','-ascii');
    end
end
end
elseif k==2 %Mes de FEBRERO 28
dias
    %fecha=[num2str(anio) num2str(0) num2str(k)];

for kk=1:9

```

```

%fecha=[fechaa num2str(0) num2str(kk)];
nventa=[venta num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
natc=[atc num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
filenamecab=[cab num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
filenamedet=[det num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
filenamepbc=[pbc num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];

V=CreaVenta17(filenamecab,filenamedet,filenamepbc);
C=CreaCompra17(filenamecab,filenamedet,filenamepbc);
ATC=CreaATC17(filenamepbc);
save(nventa,'V','-ascii');
save(ncompra,'C','-ascii');
save(natc,'ATC','-ascii');
end
for kk=10:28
    %fecha=[fechaa num2str(kk)];
    nventa=[venta num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
    ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
    natc=[atc num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
    filenamecab=[cab num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.1'];
    filenamedet=[det num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.1'];
    filenamepbc=[pbc num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.1'];

    V=CreaVenta17(filenamecab,filenamedet,filenamepbc);
    C=CreaCompra17(filenamecab,filenamedet,filenamepbc);
    ATC=CreaATC17(filenamepbc);
    save(nventa,'V','-ascii');
    save(ncompra,'C','-ascii');
    save(natc,'ATC','-ascii');
end
elseif k==4 || k==6 || k==9 || k==11 %Meses con 30 Dias
    if k==4 || k==6 || k==9 %Meses con 30 Dias de
1 digito (ABRIL, JUNIO, SEPTIEMBRE)
        %fechaa=[num2str(anio) num2str(0) num2str(k)];

        for kk=1:9
            %fecha=[fechaa num2str(0) num2str(kk)];
            nventa=[venta num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            natc=[atc num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            filenamecab=[cab num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
            filenamedet=[det num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
            filenamepbc=[pbc num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];

            V=CreaVenta17(filenamecab,filenamedet,filenamepbc);
            C=CreaCompra17(filenamecab,filenamedet,filenamepbc);
            ATC=CreaATC17(filenamepbc);
            save(nventa,'V','-ascii');
            save(ncompra,'C','-ascii');
            save(natc,'ATC','-ascii');
        end
        for kk=10:30
            %fecha=[fechaa num2str(kk)];
            nventa=[venta num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            natc=[atc num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            filenamecab=[cab num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.1'];
            filenamedet=[det num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.1'];
            filenamepbc=[pbc num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.1'];

            V=CreaVenta17(filenamecab,filenamedet,filenamepbc);
            C=CreaCompra17(filenamecab,filenamedet,filenamepbc);
            ATC=CreaATC17(filenamepbc);
            save(nventa,'V','-ascii');
            save(ncompra,'C','-ascii');
            save(natc,'ATC','-ascii');
        end
    elseif k==11 %Mes de NOVIEMBRE(2
dígitos)
        %fechaa=[num2str(anio) num2str(k)];

        for kk=1:9
            %fecha=[fechaa num2str(0) num2str(kk)];
            nventa=[venta num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            natc=[atc num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];

```

```

filenamecab=[cab num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
filenamedet=[det num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
filenameepbc=[pbc num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];

V=CreaVenta17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
C=CreaCompra17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
ATC=CreaATC17(filenameepbc);
save(nventa,'V','-ascii');
save(ncompra,'C','-ascii');
save(natc,'ATC','-ascii');
end
for kk=10:30
    %fecha=[fecha num2str(kk)];
    nventa=[venta num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
    ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
    natc=[atc num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
    filenamecab=[cab num2str(k) num2str(kk) '.1'];
    filenamedet=[det num2str(k) num2str(kk) '.1'];
    filenameepbc=[pbc num2str(k) num2str(kk) '.1'];
    matriz_atc3=import_pbc(filenameepbc);

    V=CreaVenta17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
    C=CreaCompra17(filenamecab,filenamedet,filenameepbc);
    ATC=CreaATC17(filenameepbc);
    save(nventa,'V','-ascii');
    save(ncompra,'C','-ascii');
    save(natc,'ATC','-ascii');
end
end
end
end
toc

```

## Anexo B

- Import\_curva\_2017.m

```

function [Hora,Fecha,Pais,Unidad,Tipo_Oferta,Energia,Precio,C_O]=import_curva_2017(filename)

%% Initialize variables.
%filename = 'C:\Users\usuario\Documents\Industriales\4.Cuarto\TFG\Compara Metedo
Curvas\Welfare\curva_pbc_20150101.1.txt';
delimiter = ',';

%% Read columns of data as strings:
% For more information, see the TEXTSCAN documentation.
formatSpec = '%s%s%s%s%s%s%s%[\n\r]';

%% Open the text file.
fileID = fopen(filename,'r');

%% Read columns of data according to format string.
% This call is based on the structure of the file used to generate this
% code. If an error occurs for a different file, try regenerating the code
% from the Import Tool.
dataArray = textscan(fileID, formatSpec, 'Delimiter', delimiter, 'ReturnOnError', false);

%% Close the text file.
fclose(fileID);

%% Convert the contents of columns containing numeric strings to numbers.
% Replace non-numeric strings with NaN.
raw = repmat({''},length(dataArray{1}),length(dataArray)-1);
for col=1:length(dataArray)-1
    raw(1:length(dataArray{col}),col) = dataArray{col};
end
numericData = NaN(size(dataArray{1},1),size(dataArray,2));

% Converts strings in the input cell array to numbers. Replaced non-numeric
% strings with NaN.

```



```

rowData = dataArray{1};
for row=1:size(rowData, 1);
    % Create a regular expression to detect and remove non-numeric prefixes and
    % suffixes.
    regexstr = '(?<prefix>.*?)(?<numbers>([-]*(\d+[\,]*)+[\.]{0,1}\d*[eEdD]{0,1}[-
+]*\d*[i]{0,1}))|([-]*(\d+[\,]*)*[\.]{1,1}\d+[eEdD]{0,1}[-+]*\d*[i]{0,1}))(?<suffix>.*?';
    try
        result = regexp(rowData{row}, regexstr, 'names');
        numbers = result.numbers;

        % Detected commas in non-thousand locations.
        invalidThousandsSeparator = false;
        if any(numbers=='');
            thousandsRegExp = '^(\d+?(\,\d{3}))*\.{0,1}\d*$';
            if isempty(regexp(thousandsRegExp, ',', 'once'));
                numbers = NaN;
                invalidThousandsSeparator = true;
            end
        end
        % Convert numeric strings to numbers.
        if ~invalidThousandsSeparator;
            numbers = textscan(strrep(numbers, ',', ''), '%f');
            numericData(row, 1) = numbers{1};
            raw{row, 1} = numbers{1};
        end
    catch me
    end

%% Split data into numeric and cell columns.
rawNumericColumns = raw(:, 1);
rawCellColumns = raw(:, [2,3,4,5,6,7,8]);

%% Replace non-numeric cells with NaN
R = cellfun(@(x) ~isnumeric(x) && ~islogical(x), rawNumericColumns); % Find non-numeric cells
rawNumericColumns(R) = {NaN}; % Replace non-numeric cells

%% Allocate imported array to column variable names
Hora = cell2mat(rawNumericColumns(3:end, 1));
Fecha = rawCellColumns(3:end, 1);
Pais = rawCellColumns(3:end, 2);
Unidad = rawCellColumns(3:end, 3);
Tipo_Oferta = rawCellColumns(3:end, 4);
Energia = rawCellColumns(3:end, 5);
Precio = rawCellColumns(3:end, 6);
C_O = rawCellColumns(3:end, 7);

```

- Welfare\_2017.m

```

function [welfare]=Welfare_2017
%Esta función devolverá el welfare del mercado para cada día y lo
%almacenara en un vector.
%% Datos de partida (por orden de entrada en la funcion)
anio=2017; %Año que analizamos. Asegurarnos de que tenemos todos los ficheros del año que
queremos crear
curva='curva_pbc_uof_2017';
welfare=zeros(365,1); %Vector que contiene el welfare de cada día quitando 5,6 de Enero, 26 Marzo
y 29 Octubre
Sum_dia_Casadas_Compra=0;
Sum_dia_Casadas_Venta=0;
Vol_Energia_V=0;
Vol_Energia_C=0;
c=1; %Contador que recorre el vector welfare
%% LÓGICA DE EJECUCIÓN
%Diferenciación de los nombres según el día del año
for k=1:12
    if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 || k==10 || k==12 %Meses con 31 días
        if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 %Meses de 31 días de
1 dígito (ENERO, MARZO, MAYO, JULIO, AGOSTO)
            for kk=1:9
                Sum_dia_Casadas_Compra=0;
                Sum_dia_Casadas_Venta=0;

                filenamecurva=[curva num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];

```

```

[Hora,~,Pais,~,Tipo_Oferta,Energia,Precio,C_O]=import_curva_2017(filenameecurva);
precio=strrep(Precio,','.','');
PrecioFs=strrep(precio,','','');
PrecioF=str2double(PrecioFs);
energia=strrep(Energia,','.','');
EnergiaFs=strrep(energia,','','');
EnergiaF=str2double(EnergiaFs);
[a,~]=size(C_O);
for i=1:a
    if C_O{i} == 'C'
        if Tipo_Oferta{i} == 'C' && Pais ~= 'PT'
            Sum_dia_Casadas_Compra=Sum_dia_Casadas_Compra+(PrecioF(i)*EnergiaF(i))
        );

        Vol_Energia_C=Vol_Energia_C+EnergiaF(i);
        elseif Tipo_Oferta{i} == 'V'
            Sum_dia_Casadas_Venta=Sum_dia_Casadas_Venta+(PrecioF(i)*EnergiaF(i));
            Vol_Energia_V=Vol_Energia_V+EnergiaF(i);
        end
    end
end
end
%
welfare(c,1)=Sum_dia_Casadas_Compra-Sum_dia_Casadas_Venta;
Vol_Energia(c,1
c=c+1;
end

for kk=10:31
    Sum_dia_Casadas_Compra=0;
    Sum_dia_Casadas_Venta=0;

    filenameecurva=[curva num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.1'];
    [~,~,~,~,Tipo_Oferta,Energia,Precio,C_O]=import_curva_2017(filenameecurva);
    precio=strrep(Precio,','.','');
    PrecioFs=strrep(precio,','','');
    PrecioF=str2double(PrecioFs);
    energia=strrep(Energia,','.','');
    EnergiaFs=strrep(energia,','','');
    EnergiaF=str2double(EnergiaFs);
    [a,~]=size(C_O);
    for i=1:a
        if C_O{i} == 'C'
            if Tipo_Oferta{i} == 'C'
                Sum_dia_Casadas_Compra=Sum_dia_Casadas_Compra+(PrecioF(i)*EnergiaF(i))
            );

            elseif Tipo_Oferta{i} == 'V'
                Sum_dia_Casadas_Venta=Sum_dia_Casadas_Venta+(PrecioF(i)*EnergiaF(i));
            end
        end
    end
end
%
welfare(c,1)=Sum_dia_Casadas_Compra-Sum_dia_Casadas_Venta;
c=c+1;
end
elseif k==10||k==12 %Meses de 31 dias de
OCTUBRE Y DICIEMBRE(2 dígitos)
    for kk=1:9
        Sum_dia_Casadas_Compra=0;
        Sum_dia_Casadas_Venta=0;

        filenameecurva=[curva num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
        [~,~,~,~,Tipo_Oferta,Energia,Precio,C_O]=import_curva_2017(filenameecurva);
        Precio=Precio/100;
        Energia=Energia/10;
        precio=strrep(Precio,','.','');
        PrecioFs=strrep(precio,','','');
        PrecioF=str2double(PrecioFs);
        energia=strrep(Energia,','.','');
        EnergiaFs=strrep(energia,','','');
        EnergiaF=str2double(EnergiaFs);
        [a,~]=size(C_O);
        for i=1:a
            if C_O{i} == 'C'
                if Tipo_Oferta{i} == 'C'
                    Sum_dia_Casadas_Compra=Sum_dia_Casadas_Compra+(PrecioF(i)*EnergiaF(i))
                );

                elseif Tipo_Oferta{i} == 'V'
                    Sum_dia_Casadas_Venta=Sum_dia_Casadas_Venta+(PrecioF(i)*EnergiaF(i));
                end
            end
        end
    end
end

```

```

        end
    end
    end
    welfare(c,1)=Sum_dia_Casadas_Compra-Sum_dia_Casadas_Venta;
    c=c+1;
end
for kk=10:31
    Sum_dia_Casadas_Compra=0;
    Sum_dia_Casadas_Venta=0;

    filenamecurva=[curva num2str(k) num2str(kk) '.1'];
    [~,~,~,~,Tipo_Oferta,Energia,Precio,C_O]=import_curva_2017(filenamecurva);
    precio=strrep(Precio, ',', '');
    PrecioFs=strrep(precio, ',', '.');
    PrecioF=str2double(PrecioFs);
    energia=strrep(Energia, ',', '');
    EnergiaFs=strrep(energia, ',', '.');
    EnergiaF=str2double(EnergiaFs);
    [a,~]=size(C_O);
    for i=1:a
        if C_O{i} == 'C'
            if Tipo_Oferta{i} == 'C'
                Sum_dia_Casadas_Compra=Sum_dia_Casadas_Compra+(PrecioF(i)*EnergiaF(i));
            );
            elseif Tipo_Oferta{i} == 'V'
                Sum_dia_Casadas_Venta=Sum_dia_Casadas_Venta+(PrecioF(i)*EnergiaF(i));
            end
        end
    end
end
%
    welfare(c,1)=Sum_dia_Casadas_Compra-Sum_dia_Casadas_Venta;
    c=c+1;
end
end
elseif k==2 %Mes de FEBRERO 28
dias
    for kk=1:9
        Sum_dia_Casadas_Compra=0;
        Sum_dia_Casadas_Venta=0;

        filenamecurva=[curva num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
        [~,~,~,~,Tipo_Oferta,Energia,Precio,C_O]=import_curva_2017(filenamecurva);
        precio=strrep(Precio, ',', '');
        PrecioFs=strrep(precio, ',', '.');
        PrecioF=str2double(PrecioFs);
        energia=strrep(Energia, ',', '');
        EnergiaFs=strrep(energia, ',', '.');
        EnergiaF=str2double(EnergiaFs);
        [a,~]=size(C_O);
        for i=1:a
            if C_O{i} == 'C'
                if Tipo_Oferta{i} == 'C'
                    Sum_dia_Casadas_Compra=Sum_dia_Casadas_Compra+(PrecioF(i)*EnergiaF(i));
                );
                elseif Tipo_Oferta{i} == 'V'
                    Sum_dia_Casadas_Venta=Sum_dia_Casadas_Venta+(PrecioF(i)*EnergiaF(i));
                end
            end
        end
    end
    welfare(c,1)=Sum_dia_Casadas_Compra-Sum_dia_Casadas_Venta;
    c=c+1;
end
for kk=10:28
    Sum_dia_Casadas_Compra=0;
    Sum_dia_Casadas_Venta=0;

    filenamecurva=[curva num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.1'];
    [~,~,~,~,Tipo_Oferta,Energia,Precio,C_O]=import_curva_2017(filenamecurva);
    precio=strrep(Precio, ',', '');
    PrecioFs=strrep(precio, ',', '.');
    PrecioF=str2double(PrecioFs);
    energia=strrep(Energia, ',', '');
    EnergiaFs=strrep(energia, ',', '.');
    EnergiaF=str2double(EnergiaFs);
    [a,~]=size(C_O);
    for i=1:a
        if C_O{i} == 'C'

```

```

        if Tipo_Oferta{i} == 'C'
            Sum_dia_Casadas_Compra=Sum_dia_Casadas_Compra+(PrecioF(i)*EnergiaF(i))
        );

        elseif Tipo_Oferta{i} == 'V'
            Sum_dia_Casadas_Venta=Sum_dia_Casadas_Venta+(PrecioF(i)*EnergiaF(i));
        end
    end
    end
    welfare(c,1)=Sum_dia_Casadas_Compra-Sum_dia_Casadas_Venta;
    c=c+1;

end
elseif k==4 | k==6 | k==9 | k==11 %Meses con 30 Dias
    if k==4 | k==6 | k==9 %Meses con 30 Dias de
1 digito (ABRIL, JUNIO, SEPTIEMBRE)
        for kk=1:9
            Sum_dia_Casadas_Compra=0;
            Sum_dia_Casadas_Venta=0;
            filenamecurva=[curva num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
            [~,~,~,Tipo_Oferta,Energia,Precio,C_O]=import_curva_2017(filenamecurva);
            Precio=Precio/100;
            Energia=Energia/10;
            precio=strrep(Precio, '.', ',');
            PrecioFs=strrep(precio, ',', '.');
            PrecioF=str2double(PrecioFs);
            energia=strrep(Energia, '.', ',');
            EnergiaFs=strrep(energia, ',', '.');
            EnergiaF=str2double(EnergiaFs);
            [a,~]=size(C_O);
            for i=1:a
                if C_O{i} == 'C'
                    if Tipo_Oferta{i} == 'C'
                        Sum_dia_Casadas_Compra=Sum_dia_Casadas_Compra+(PrecioF(i)*EnergiaF(i))
                    );

                    elseif Tipo_Oferta{i} == 'V'
                        Sum_dia_Casadas_Venta=Sum_dia_Casadas_Venta+(PrecioF(i)*EnergiaF(i));
                    end
                end
            end
            welfare(c,1)=Sum_dia_Casadas_Compra-Sum_dia_Casadas_Venta;
            c=c+1;
        end
    for kk=10:30
        Sum_dia_Casadas_Compra=0;
        Sum_dia_Casadas_Venta=0;

        filenamecurva=[curva num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.1'];
        [~,~,~,Tipo_Oferta,Energia,Precio,C_O]=import_curva_2017(filenamecurva);
        Precio=Precio/100;
        Energia=Energia/10;
        precio=strrep(Precio, '.', ',');
        PrecioFs=strrep(precio, ',', '.');
        PrecioF=str2double(PrecioFs);
        energia=strrep(Energia, '.', ',');
        EnergiaFs=strrep(energia, ',', '.');
        EnergiaF=str2double(EnergiaFs);
        [a,~]=size(C_O);
        for i=1:a
            if C_O{i} == 'C'
                if Tipo_Oferta{i} == 'C'
                    Sum_dia_Casadas_Compra=Sum_dia_Casadas_Compra+(PrecioF(i)*EnergiaF(i))
                );

                elseif Tipo_Oferta{i} == 'V'
                    Sum_dia_Casadas_Venta=Sum_dia_Casadas_Venta+(PrecioF(i)*EnergiaF(i));
                end
            end
        end
        welfare(c,1)=Sum_dia_Casadas_Compra-Sum_dia_Casadas_Venta;
        c=c+1;
    end
elseif k==11 %Mes de NOVIEMBRE(2
dígitos)
    for kk=1:9
        Sum_dia_Casadas_Compra=0;
        Sum_dia_Casadas_Venta=0;

        filenamecurva=[curva num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.1'];
        [~,~,~,Tipo_Oferta,Energia,Precio,C_O]=import_curva_2017(filenamecurva);

```



```

dataArray = textscan(fileID, formatSpec, 'Delimiter', delimiter, 'ReturnOnError', false);

%% Close the text file.
fclose(fileID);

%% Convert the contents of columns containing numeric strings to numbers.
% Replace non-numeric strings with NaN.
raw = repmat({''},length(dataArray{1}),length(dataArray)-1);
for col=1:length(dataArray)-1
    raw(1:length(dataArray{col}),col) = dataArray{col};
end
numericData = NaN(size(dataArray{1},1),size(dataArray,2));

for col=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25]
    % Converts strings in the input cell array to numbers. Replaced non-numeric
    % strings with NaN.
    rawData = dataArray{col};
    for row=1:size(rawData, 1);
        % Create a regular expression to detect and remove non-numeric prefixes and
        % suffixes.
        regexstr = '(<prefix>.*?)(?<numbers>([-]*\d+[\,]*)+[\.]{0,1}\d*[eEdD]{0,1}[-
+]*\d*[i]{0,1})|([-]*\d+[\,]*)+[\.]{1,1}\d+[eEdD]{0,1}[-+]*\d*[i]{0,1})(?<suffix>.*?);
        try
            result = regexp(rawData{row}, regexstr, 'names');
            numbers = result.numbers;

            % Detected commas in non-thousand locations.
            invalidThousandsSeparator = false;
            if any(numbers==' ');
                thousandsRegExp = '^\\d+?(\\,\\d{3})*\\.\\{0,1\\}\\d*$';
                if isempty(regexp(thousandsRegExp, ',', 'once'));
                    numbers = NaN;
                    invalidThousandsSeparator = true;
                end
            end
            % Convert numeric strings to numbers.
            if ~invalidThousandsSeparator;
                numbers = textscan(strrep(numbers, ',', ''), '%f');
                numericData(row, col) = numbers{1};
                raw{row, col} = numbers{1};
            end
        catch me
        end
    end
end

%% Replace non-numeric cells with NaN
R = cellfun(@(x) ~isnumeric(x) && ~islogical(x),raw); % Find non-numeric cells
raw(R) = {NaN}; % Replace non-numeric cells

%% Create output variable
MatrizRES= cell2mat(raw);
PrecioEN=(MatrizRES(2,2:end))';
PrecioPN=(MatrizRES(7,2:end))';
EnergiaCEN=(MatrizRES(3,2:end))';
EnergiaAVEN=(MatrizRES(4,2:end))';
EnergiaCPN=(MatrizRES(8,2:end))';
EnergiaVPN=(MatrizRES(9,2:end))';
EnergiaExpEN=(MatrizRES(5,2:end))';
EnergiaExpPN=(MatrizRES(10,2:end))';
BienestarN=(MatrizRES(12,2))';

```

- Welfare\_mayor\_2017.m

```

tic
%Se trata de comparar nuestro caso base con el caso real(OMIE).
%% Datos de partida (por orden de entrada en la funcion)
anio=2017; %Año que analizamos. Asegurarnos de que tenemos todos los ficheros del año que
queremos crear
resumen='Resumen_2017';
r=1;
%% LÓGICA DE EJECUCIÓN
%Diferenciación de los nombres según el día del año
for k=1:12 %%12 (DEL MES 10 SOLO HASTA EL 28)
    if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 || k==10 || k==12
        %Meses con 31 días
    end
end

```

# Análisis de Situaciones Futuras de Generación y Consumo en el Mercado Diario de Producción de Energía Eléctrica en España

---

```

        if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8
            %Meses de 31 días de
1 digito (ENERO, MARZO, MAYO, JULIO, AGOSTO)
            for kk=1:9

                filenameres=[resumen num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                [BienestarNuestro,~,~,~,~,~,~]=import_resumen_2017(filenameres);

                BienestarN(r,1)=k;
                BienestarN(r,2)=kk;
                BienestarN(r,3)=BienestarNuestro;
                r=r+1;
            end
        end
        for kk=10:31

            if (k==3 && kk==26) %No tenemos este RESUMEN
                BienestarN(r,1)=k;
                BienestarN(r,2)=kk;
                BienestarN(r,3)=0;
                r=r+1;
            else
                filenameres=[resumen num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                [BienestarNuestro,~,~,~,~,~,~]=import_resumen_2017(filenameres);

                BienestarN(r,1)=k;
                BienestarN(r,2)=kk;
                BienestarN(r,3)=BienestarNuestro;
                r=r+1;
            end
        end
    elseif k==10 || k==12 %Meses de 31 días de
OCTUBRE Y DICIEMBRE(2 dígitos)
        for kk=1:9
            filenameres=[resumen num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            [BienestarNuestro,~,~,~,~,~,~]=import_resumen_2017(filenameres);

            BienestarN(r,1)=k;
            BienestarN(r,2)=kk;
            BienestarN(r,3)=BienestarNuestro;
            r=r+1;
        end
        for kk=10:31

            if (k==10 && kk==29) || (k==10 && kk==30) || (k==10 && kk==31) %%No tenemos estos
RESUMEN
                BienestarN(r,1)=k;
                BienestarN(r,2)=kk;
                BienestarN(r,3)=0;
                r=r+1;
            else
                filenameres=[resumen num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                [BienestarNuestro,~,~,~,~,~,~]=import_resumen_2017(filenameres);

                BienestarN(r,1)=k;
                BienestarN(r,2)=kk;
                BienestarN(r,3)=BienestarNuestro;
                r=r+1;
            end
        end
    end
elseif k==2 %Mes de FEBRERO 28
dias
        for kk=1:9
            filenameres=[resumen num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            [BienestarNuestro,~,~,~,~,~,~]=import_resumen_2017(filenameres);

            BienestarN(r,1)=k;
            BienestarN(r,2)=kk;
            BienestarN(r,3)=BienestarNuestro;
            r=r+1;
        end
        for kk=10:28
            filenameres=[resumen num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            [BienestarNuestro,~,~,~,~,~,~]=import_resumen_2017(filenameres);

            BienestarN(r,1)=k;
            BienestarN(r,2)=kk;

```

```

        BienestarN(r,3)=BienestarNuestro;
        r=r+1;
    end
    elseif k==4 || k==6 || k==9 || k==11 %Meses con 30 Dias
        if k==4 || k==6 || k==9 %Meses con 30 Dias de
1 dígito (ABRIL, JUNIO, SEPTIEMBRE)
            for kk=1:9
                filenamerres=[resumen num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                [BienestarNuestro,~,~,~,~,~,~,~]=import_resumen_2017(filenamerres);

                BienestarN(r,1)=k;
                BienestarN(r,2)=kk;
                BienestarN(r,3)=BienestarNuestro;
                r=r+1;
            end
            for kk=10:30
                filenamerres=[resumen num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                [BienestarNuestro,~,~,~,~,~,~,~]=import_resumen_2017(filenamerres);

                BienestarN(r,1)=k;
                BienestarN(r,2)=kk;
                BienestarN(r,3)=BienestarNuestro;
                r=r+1;
            end
        end
    elseif k==11 %Mes de NOVIEMBRE(2
dígitos)
        for kk=1:9
            filenamerres=[resumen num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            [BienestarNuestro,~,~,~,~,~,~,~]=import_resumen_2017(filenamerres);

            BienestarN(r,1)=k;
            BienestarN(r,2)=kk;
            BienestarN(r,3)=BienestarNuestro;
            r=r+1;
        end
        for kk=10:30
            filenamerres=[resumen num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            [BienestarNuestro,~,~,~,~,~,~,~]=import_resumen_2017(filenamerres);

            BienestarN(r,1)=k;
            BienestarN(r,2)=kk;
            BienestarN(r,3)=BienestarNuestro;
            r=r+1;
        end
    end
end
end
%Ya tenemos guardado en la matriz BienestarN el bienestar del mercado de
%cada día obtenido a partir de nuestros resultados.

%COMPARACIÓN DE WELFARES
%Evaluar el Binestar (con un margen de +-2000). En una matriz llamada
%"mejores" guardamos el día y mes del año en los que nuestro bienestar
%es superior al de OMIE.

%¿QUITAMOS EL MARGEN A VER?

    BienestarOMIE=load('welfareOMIE_2017.txt'); %EL FICHERO WELAFRE.TXT DE WELFARE2017.M TIENE
QUE ESTAR EN ESTA CARPETA
    a=1;
    for k=1:365 %En realidad son 366,1 año, pero para 10 meses son 305 días
        if BienestarN(k,3)~=0 %%PARA QUE NO COMPARE LOS DÍAS QUE ES TEORÍA ESTAN
MAL
            if (BienestarN(k,3))>(BienestarOMIE(k))%% MODIFICABLE PARA QUE LOS HAGA
TODOS
                mejores(a,1)=BienestarN(k,1); %Mes
                mejores(a,2)=BienestarN(k,2); %Día
                if k~=365
                    a=a+1;
                end
            end
        end
    end
end
save ('WelfareGEMS_2017.txt', 'BienestarN', '-ascii');
save('Welfare_mayor_2017.txt', 'mejores', '-ascii');

```



```
%Tanto por ciento de dias con mejor welfare por parte de nuestros  
%resultados.  
dias_mejores=(a/365)*100;
```

## Anexo C

- Import\_perf.m

```
function [PERF] = import_perf30(filename, startRow, endRow)  
  
%% Initialize variables.  
delimiter = ',';  
if nargin<=2  
    startRow = 2;  
    endRow = inf;  
end  
  
%% Format for each line of text:  
% column1: double (%f)  
% column2: double (%f)  
% column3: double (%f)  
% column4: double (%f)  
% column5: double (%f)  
% column6: double (%f)  
% column7: double (%f)  
% column8: double (%f)  
% column9: double (%f)  
% For more information, see the TEXTSCAN documentation.  
formatSpec = '%f%f%f%f%f%f%f%f%[\n\r]';  
  
%% Open the text file.  
fileID = fopen(filename,'r');  
  
%% Read columns of data according to the format.  
% This call is based on the structure of the file used to generate this  
% code. If an error occurs for a different file, try regenerating the code  
% from the Import Tool.  
dataArray = textscan(fileID, formatSpec, endRow(1)-startRow(1)+1, 'Delimiter', delimiter,  
    'HeaderLines', startRow(1)-1, 'ReturnOnError', false, 'EndOfLine', '\r\n');  
for block=2:length(startRow)  
    frewind(fileID);  
    dataArrayBlock = textscan(fileID, formatSpec, endRow(block)-startRow(block)+1, 'Delimiter',  
        delimiter, 'HeaderLines', startRow(block)-1, 'ReturnOnError', false, 'EndOfLine', '\r\n');  
    for col=1:length(dataArray)  
        dataArray{col} = [dataArray{col};dataArrayBlock{col}];  
    end  
end  
  
%% Close the text file.  
fclose(fileID);  
  
%% Post processing for unimportable data.  
% No unimportable data rules were applied during the import, so no post  
% processing code is included. To generate code which works for  
% unimportable data, select unimportable cells in a file and regenerate the  
% script.  
  
%% Create output variable  
PERF = [dataArray{1:end-1}];  
•
```

- CreaPerfil\_tot.m

```
function [PERFIL_MED_TOT]=CreaPerfil_tot(perfil,mes)  
%%est=1=primavera;est=2=verano;est=3=otoño;est=4=invierno  
if mes==12|mes==1|mes==2  
    est=4;  
elseif mes==3|mes==4|mes==5
```

```

    est=1;
elseif mes==6 || mes==7 || mes==8
    est=2;
else
    est=3;
end
pond=[0.3 0.15 0.4 0.15];
[f,c]=size(perfil);
PERFIL_MED_TOT=[];
for i=1:f
    PERFIL_MED_TOT(i,1)=est;
    PERFIL_MED_TOT(i,2)=perfil(i,2);
    PERFIL_MED_TOT(i,3)=perfil(i,3);
    PERFIL_MED_TOT(i,4)=perfil(i,4);
    PERFIL_MED_TOT(i,5)=1000*(3*perfil(i,6));
end
%Saco el valor en p.u. respecto al máximo
m=max(PERFIL_MED_TOT(:,5));
PERFIL_MED_TOT(:,6)=(PERFIL_MED_TOT(:,5))/m;
end

```

- CreaPerfil\_est.m

```

function [PERF_MED_EST]=CreaPerfil_est(Perf_h_ano,est)
PERF_MED_EST=[];
p=1;
[f,c]=size(Perf_h_ano);
for hora=1:24
    a=1;
    count_a=0;
    aux_med_h=0;
    for i=1:f
        if Perf_h_ano(i,1)==est
            if Perf_h_ano(i,4)==hora
                aux_med_h=aux_med_h+Perf_h_ano(i,5);
                a=a+1;
                count_a=count_a+1;
            end
        end
    end
    PERF_MED_EST(p,1)=est;
    PERF_MED_EST(p,2)=hora;
    PERF_MED_EST(p,3)=aux_med_h/count_a;
    p=p+1;
end
%Saco el valor en p.u. respecto al máximo
m=max(PERF_MED_EST(:,3));
PERF_MED_EST(:,4)=(PERF_MED_EST(:,3))/m;
end

```

- Anio17\_AC.m

```

%%
%
%               FICHEROS COMPRA PARA AUTOCONSUMO
%
%%

tic
%% Datos de partida (por orden de entrada en la funcion)
anio=2017; %%Año que analizamos. Asegurarnos de que tenemos todos los ficheros del año que
queremos crear %%Nombre asignado a los ficheros de las ventas
compra_base='COMPRA_2017'; %%Para cada escenario de estudio X_AC sera un numero diferente
compra='COMPRA_AC_30_2017';
X_AC=30;%%Para cada escenario de estudio X_AC sera un numero diferente
reducc_AC=0;
PERF_GEN_EST=load('PERF_GEN_EST.txt');
%% LÓGICA DE EJECUCIÓN
%Diferenciación de los nombres según el día del año
for k=1:12

    if k==1 || k==2 || k==12
        Perf_est=load('PERF_MED_INV_2017.txt');
        Perf_dem=Perf_est(:,3);
    end
end

```

```

    Perf_gen=PERF_GEN_EST(:,5);
    [reducc_AC,~]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,X_AC);
elseif k==3 || k==4 || k==5
    Perf_est=load('PERF_MED_PRIM_2017.txt');
    Perf_dem=Perf_est(:,3);
    Perf_gen=PERF_GEN_EST(:,2);
    [reducc_AC,~]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,X_AC);
elseif k==6 || k==7 || k==8
    Perf_est=load('PERF_MED_VER_2017.txt');
    Perf_dem=Perf_est(:,3);
    Perf_gen=PERF_GEN_EST(:,3);
    [reducc_AC,~]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,X_AC);
else
    Perf_est=load('PERF_MED_OTO_2017.txt');
    Perf_dem=Perf_est(:,3);
    Perf_gen=PERF_GEN_EST(:,4);
    [reducc_AC,~]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,X_AC);
end

if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 || k==10 || k==12
    if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8
        %Meses con 31 dias
        %Meses de 31 dias de
        1 digito (ENERO, MARZO, MAYO, JULIO, AGOSTO)

        for kk=1:9

            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            x=24;
            C=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);
            save(ncompra,'C','-ascii');

        end
    for kk=10:31
        if k==3 && kk==26
            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra23(ncompra_base);
            x=23;
            C=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);
            save(ncompra,'C','-ascii');

        else
            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            x=24;
            C=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);
            save(ncompra,'C','-ascii');
        end
    end
elseif k==10 || k==12
    %Meses de 31 dias de
    OCTUBRE Y DICIEMBRE(2 dígitos)

    for kk=1:9

        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
    for kk=10:31
        if (k==10 && kk==30) || (k==10 && kk==31)
            kk=kk+1;
        elseif k==10 && kk==29
            ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra25(ncompra_base);
            x=24;
            C=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);
            save(ncompra,'C','-ascii');
        else
            ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];

```

```

        ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducec_AC);
        save(ncompra,'C','-ascii');
    end
end
elseif k==2 %Mes de FEBRERO 28
dias
    for kk=1:9

        ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducec_AC);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
    for kk=10:28

        ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducec_AC);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
elseif k==4 || k==6 || k==9 || k==11 %Meses con 30 Dias
    if k==4 || k==6 || k==9 %Meses con 30 Dias de
1 digito (ABRIL, JUNIO, SEPTIEMBRE)
        for kk=1:9

            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            x=24;
            C=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducec_AC);
            save(ncompra,'C','-ascii');

        end
        for kk=10:30

            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            x=24;
            C=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducec_AC);
            save(ncompra,'C','-ascii');

        end
    end
elseif k==11 %Mes de NOVIEMBRE(2
dígitos)
    for kk=1:9

        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducec_AC);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
    for kk=10:30

        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducec_AC);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
end

```

```

        end
    end
end
toc

```

- Extrapola.m

```

function [Reducc_AC,Excedente]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,Porc_AC)
N_casas_esp=26000000;
N_autocons_act=1500;
Porc_act=N_autocons_act/N_casas_esp;
P_AC=Porc_AC/100;
Ahorro_act=0;
Excedente_aux=0;
for i=1:24
    Ahorro_act(i)=Perf_dem(i)-Perf_gen(i);
    if Ahorro_act(i)<0
        Ahorro_act(i)=Perf_dem(i);
    end
    if (Perf_gen(i)-Perf_dem(i))>=0
        Excedente_aux=Excedente_aux+(Perf_gen(i)-Perf_dem(i));
    end
end
Reducc_AC=((Ahorro_act(:))*P_AC)/Porc_act;
Excedente=Excedente_aux*P_AC/Porc_act;
end

```

•

- COMPRA\_AC.m

```

function [COMPRA_AC]=COMPRA_AC(COMPRA_BASE,x,reducc_AC)

COMPRA_BASE_aux=COMPRA_BASE;
[f,c]=size(COMPRA_BASE_aux);

c=c-6;%para nomcontar como columnas las columnas de informacion de la oferta(fecha,hora, etc)
cont=0;%recorre el vector con el autoconsumo a eliminar para cada hora
for i=3:50:c %recorre de hora en hora
    cont=cont+1;
    if cont<=x %que el vector de reducc de AC no haya llegado las horas
        reducc_h=reducc_AC(cont);
        if reducc_h ~= 0 %Realizar en caso de que haya que eliminar algo (por la noche no habra
nada qe eliminar)
            for j=1:f %recorre todas las filas
                if reducc_h ~= 0 %que haya algo que elimianr de autoconsumo, es decir, que no se
haya eliminado ya todo en las filas anteriores
                    if COMPRA_BASE_aux(j,i)==180.3 && COMPRA_BASE_aux(j,1)==1 %Oferta española a
180.3
                        if COMPRA_BASE_aux(j,i+2:i+46)==0 %Que la oferta a 180.3 sea unica en el
primer tramo
                            if COMPRA_BASE_aux(j,i+1)>=reducc_h
                                COMPRA_BASE_aux(j,i+1)=COMPRA_BASE_aux(j,i+1)-reducc_h;
                                reducc_h=0;
                            else
                                reducc_h=reducc_h-COMPRA_BASE_aux(j,i+1);
                                COMPRA_BASE_aux(j,i)=0;
                                COMPRA_BASE_aux(j,i+1)=0;
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end

COMPRA_AC=COMPRA_BASE_aux;

end

```

- COMPRA\_AC\_ALM.m

```

function [COMPRA_ACALM]=COMPRA_AC_ALM(COMPRA_BASE,x,reducc_AC,Excedente,h_cons_exc)

COMPRA_BASE_aux=COMPRA_BASE;
[f,c]=size(COMPRA_BASE_aux);
[~,num_h]=size(h_cons_exc);
c=c-6;%para nomcontar como columnas las columnas de informacion de la oferta(fecha,hora, etc)
cont=0;%recorre el vector con el autoconsumo a eliminar para cada hora
for i=3:50:c %recorre de hora en hora
    cont=cont+1;
    if cont<=x %que el vector de reducc de AC no haya llegado las horas
        reducc_h=reducc_AC(cont);
        if reducc_h ~= 0 %Realizar en caso de que haya que eliminar algo (por la noche no habra
nada qe eliminar)
            for j=1:f %recorre todas las filas
                if reducc_h ~= 0 %que haya algo que elimianr de autoconsumo, es decir, que no se
haya eliminado ya todo en las filas anteriores
                    if COMPRA_BASE_aux(j,i)==180.3 && COMPRA_BASE_aux(j,1)==1 %Oferta española a
180.3
                        if COMPRA_BASE_aux(j,i+2:i+46)==0 %Que la oferta a 180.3 sea unica en el
primer tramo
                            if COMPRA_BASE_aux(j,i+1)>=reducc_h
                                COMPRA_BASE_aux(j,i+1)=COMPRA_BASE_aux(j,i+1)-reducc_h;
                                reducc_h=0;
                            else
                                reducc_h=reducc_h-COMPRA_BASE_aux(j,i+1);
                                COMPRA_BASE_aux(j,i)=0;
                                COMPRA_BASE_aux(j,i+1)=0;
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end

reducc_h_exc=Excedente/num_h;
for w=h_cons_exc
    y=3+(w-1)*50;
    for t=1:f
        if reducc_h_exc ~= 0
            if COMPRA_BASE_aux(t,y)==180.3 && COMPRA_BASE_aux(t,1)==1 %que haga una unica oferta
en el primer tramo a 180.3
                if COMPRA_BASE_aux(t,y+2:y+46)==0
                    if COMPRA_BASE_aux(t,y+1)>=reducc_h_exc
                        COMPRA_BASE_aux(t,y+1)=COMPRA_BASE_aux(t,y+1)-reducc_h_exc;
                        reducc_h_exc=0;
                    else
                        reducc_h_exc=reducc_h_exc-COMPRA_BASE_aux(t,y+1);
                        COMPRA_BASE_aux(t,y)=0;
                        COMPRA_BASE_aux(t,y+1)=0;
                    end
                end
            end
        end
    end
end

COMPRA_ACALM=COMPRA_BASE_aux;

end

```

- Anio17\_ACALM.m

```

%% Datos de partida (por orden de entrada en la funcion)
anio=2017; %Año que analizamos. Asegurarnos de que tenemos todos los ficheros del año que
queremos crear %Nombre asignado a los ficheros de las ventas
compra_base='COMPRA_2017'; %%Para cada escenario de estudio X_AC sera un numero diferente

```

```

compra='COMPRA_ACALM_30_2017';
X_AC=30;%%Para cada escenario de estudio X_AC sera un numero diferente
reducc_AC=0;
h_cons_exc=[20 21 22];
PERF_GEN_EST=load('PERF_GEN_EST.txt');
%% LÓGICA DE EJECUCIÓN
%Diferenciación de los nombres según el día del año
for k=1:12

    if k==1 || k==2 || k==12
        Perf_est=load('PERF_MED_INV_2017.txt');
        Perf_dem=Perf_est(:,3);
        Perf_gen=PERF_GEN_EST(:,5);
        [reducc_AC,Excedente]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,X_AC);
    elseif k==3 || k==4 || k==5
        Perf_est=load('PERF_MED_PRIM_2017.txt');
        Perf_dem=Perf_est(:,3);
        Perf_gen=PERF_GEN_EST(:,2);
        [reducc_AC,Excedente]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,X_AC);
    elseif k==6 || k==7 || k==8
        Perf_est=load('PERF_MED_VER_2017.txt');
        Perf_dem=Perf_est(:,3);
        Perf_gen=PERF_GEN_EST(:,3);
        [reducc_AC,Excedente]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,X_AC);
    else
        Perf_est=load('PERF_MED_OTO_2017.txt');
        Perf_dem=Perf_est(:,3);
        Perf_gen=PERF_GEN_EST(:,4);
        [reducc_AC,Excedente]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,X_AC);
    end

    if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 || k==10 || k==12 %Meses con 31 días
        if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 %Meses de 31 días de
            1 dígito (ENERO, MARZO, MAYO, JULIO, AGOSTO)

                for kk=1:9

                    ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                    ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                    [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
                    x=24;
                    C=COMPRA_AC_ALM(C_BASE,x,reducc_AC,Excedente,h_cons_exc);
                    save(ncompra,'C','-ascii');

                end
            for kk=10:31
                if k==3 && kk==26
                    ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                    ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                    [C_BASE]=import_compra23(ncompra_base);
                    x=23;
                    C=COMPRA_AC_ALM(C_BASE,x,reducc_AC,Excedente,h_cons_exc);
                    save(ncompra,'C','-ascii');
                else
                    ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                    ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                    [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
                    x=24;
                    C=COMPRA_AC_ALM(C_BASE,x,reducc_AC,Excedente,h_cons_exc);
                    save(ncompra,'C','-ascii');
                end
            end
        elseif k==10 || k==12 %Meses de 31 días de
            OCTUBRE Y DICIEMBRE(2 dígitos)

                for kk=1:9

                    ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                    ncompra=[compra num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                    [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
                    x=24;
                    C=COMPRA_AC_ALM(C_BASE,x,reducc_AC,Excedente,h_cons_exc);
                    save(ncompra,'C','-ascii');

                end
            end
        end
    end
end

```

```

for kk=10:31
    if (k==10 && kk==30) || (k==10 && kk==31)
        kk=kk+1;
    elseif k==10 && kk==29
        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra25(ncompra_base);
        x=24;
        C=COMPRA_AC_ALM(C_BASE,x,reducc_AC,Excedente,h_cons_exc);
        save(ncompra,'C','-ascii');
    else
        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C=COMPRA_AC_ALM(C_BASE,x,reducc_AC,Excedente,h_cons_exc);
        save(ncompra,'C','-ascii');
    end
end
elseif k==2 %Mes de FEBRERO 28
dias
    for kk=1:9

        ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C=COMPRA_AC_ALM(C_BASE,x,reducc_AC,Excedente,h_cons_exc);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
    for kk=10:28

        ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C=COMPRA_AC_ALM(C_BASE,x,reducc_AC,Excedente,h_cons_exc);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
elseif k==4 || k==6 || k==9 || k==11 %Meses con 30 Dias
    if k==4 || k==6 || k==9 %Meses con 30 Dias de
1 dígito (ABRIL, JUNIO, SEPTIEMBRE)
        for kk=1:9

            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            x=24;
            C=COMPRA_AC_ALM(C_BASE,x,reducc_AC,Excedente,h_cons_exc);
            save(ncompra,'C','-ascii');

        end
        for kk=10:30

            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            x=24;
            C=COMPRA_AC_ALM(C_BASE,x,reducc_AC,Excedente,h_cons_exc);
            save(ncompra,'C','-ascii');

        end
    elseif k==11 %Mes de NOVIEMBRE(2
dígitos)
        for kk=1:9

            ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            x=24;
            C=COMPRA_AC_ALM(C_BASE,x,reducc_AC,Excedente,h_cons_exc);

```



```

        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
    for kk=10:30

        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C=COMPRA_AC_ALM(C_BASE,x,reducec_AC,Excedente,h_cons_exc);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
end
end
end
toc

```

## Anexo D

- Leer\_Pmax\_LS.m

```

function MWh_Pmax = Leer_Pmax_LS(Compra_Base)
[f,c]=size(Compra_Base);
f=f-1;%La ultima unidad del fichero compra son la interconexión con Francia,Andorra,Marruecos a
180.3
c=c-6;%Info de la oferta(Fecha,hora,etc)
%Las horas pico comunes en el horario de verano son entre las 13 y las 22
%Por tanto, la energía que se desplace será respecto al total de de la
%energía ofertada a 180.3 en este tramo del día
h_pico_ini=13;
h_pico_fin=22;
t_ini=3+(h_pico_ini-1)*50;
t_fin=3+(h_pico_fin-1)*50;
MWh_Pmax=0;
for j=1:f
    for h=t_ini:2:(t_fin+48)
        if Compra_Base(j,h)==180.3
            MWh_Pmax=MWh_Pmax+Compra_Base(j,h+1);
        end
    end
end
end
end

```

- COMPRA\_LS.m

```

unction [COMPRA_LS]=COMPRA_LS(COMPRA_BASE,h_anadir_LS,h_reducec_LS,h_MWh_Pmax)
COMPRA_BASE_aux=COMPRA_BASE;
[f,~]=size(COMPRA_BASE_aux);
f=f-1;
for i=h_reducec_LS %solamente en las horas que se reduce carga
    col=3+(i-1)*50;
    reducec_h=h_MWh_Pmax;
    for j=1:f %recorre todas las filas
        if reducec_h ~= 0 %que haya algo que elimianar de LS
            if COMPRA_BASE_aux(j,col)==180.3 && COMPRA_BASE_aux(j,1)==1 %que haga una unica
oferta en el primer tramo a 180.3
                if COMPRA_BASE_aux(j,col+2:col+46)==0
                    if COMPRA_BASE_aux(j,col+1)>=reducec_h
                        COMPRA_BASE_aux(j,col+1)=COMPRA_BASE_aux(j,col+1)-reducec_h;
                        reducec_h=0;
                    else
                        reducec_h=reducec_h-COMPRA_BASE_aux(j,col+1);
                        COMPRA_BASE_aux(j,col)=0;
                        COMPRA_BASE_aux(j,col+1)=0;
                    end
                end
            end
        end
    end
end
end
end

```

end

- Anio17\_LS.m

```

%%
%
%           FICHEROS VENTA COMPRA ATC PARA LOAD SHIFTING
%
%%

tic

%% Datos de partida (por orden de entrada en la funcion)
anio=2017; %Año que analizamos. Asegurarnos de que tenemos todos los ficheros del año que
quremos crear %Nombre asignado a los ficheros de las ventas
compra_base='COMPRA_2017'; %%Para cada escenario de estudio XX sera un numero diferente
compra='COMPRA_LS_6_2017';
h_anadir_LS=[1 2 3 24]; %%horas en las que añado carga
h_reducir_LS=[19 20 21 22]; %% horas en las que quito carga
X=6; %Tanto porciento de desplazamiento de carga
[~,num_h]=size(h_reducir_LS);
%% LÓGICA DE EJECUCIÓN
%Diferenciación de los nombres según el día del año
for k=1:12

    if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 || k==10 || k==12 %Meses con 31 días
        if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 %Meses de 31 días de
            1 dígito (ENERO, MARZO, MAYO, JULIO, AGOSTO)

                for kk=1:9

                    ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                    ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                    [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
                    MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_BASE);
                    MWh_LS=(X/100)*MWh_Pmax;
                    h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en tres horas
                    C=COMPRA_LS(C_BASE,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
                    save(ncompra,'C','-ascii');

                end

            for kk=10:31
                if k==3 && kk==26
                    ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                    ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                    [C_BASE]=import_compra23(ncompra_base);
                    MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_BASE);
                    MWh_LS=(X/100)*MWh_Pmax;
                    h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en tres horas
                    C=COMPRA_LS(C_BASE,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
                    save(ncompra,'C','-ascii');

                else
                    ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                    ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                    [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
                    MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_BASE);
                    MWh_LS=(X/100)*MWh_Pmax;
                    h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en tres horas
                    C=COMPRA_LS(C_BASE,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
                    save(ncompra,'C','-ascii');
                end
            end

        elseif k==10 || k==12 %Meses de 31 días de
            OCTUBRE Y DICIEMBRE(2 dígitos)

                for kk=1:9

                    ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                    ncompra=[compra num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                    [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
                    MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_BASE);
                    MWh_LS=(X/100)*MWh_Pmax;
                    h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en tres horas
                    C=COMPRA_LS(C_BASE,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);

```

```

        save(ncompra, 'C', '-ascii');

    end
    for kk=10:31
        if (k==10 && kk==30) || (k==10 && kk==31)
            kk=kk+1;
        elseif k==10 && kk==29
            ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra25(ncompra_base);
            MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_BASE);
            MWh_LS=(X/100)*MWh_Pmax;
            h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en tres horas
            C=COMPRA_LS(C_BASE,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
            save(ncompra, 'C', '-ascii');
        else
            ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_BASE);
            MWh_LS=(X/100)*MWh_Pmax;
            h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en tres horas
            C=COMPRA_LS(C_BASE,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
            save(ncompra, 'C', '-ascii');
        end
    end
    elseif k==2
        %Mes de FEBRERO 28
        dias

        for kk=1:9

            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_BASE);
            MWh_LS=(X/100)*MWh_Pmax;
            h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en tres horas
            C=COMPRA_LS(C_BASE,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
            save(ncompra, 'C', '-ascii');

        end
        for kk=10:28

            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_BASE);
            MWh_LS=(X/100)*MWh_Pmax;
            hh_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en tres horas
            C=COMPRA_LS(C_BASE,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
            save(ncompra, 'C', '-ascii');

        end
    elseif k==4 || k==6 || k==9 || k==11
        %Meses con 30 Dias
        if k==4 || k==6 || k==9
            %Meses con 30 Dias de
            1 digito (ABRIL, JUNIO, SEPTIEMBRE)

            for kk=1:9

                ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
                MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_BASE);
                MWh_LS=(X/100)*MWh_Pmax;
                h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en tres horas
                C=COMPRA_LS(C_BASE,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
                save(ncompra, 'C', '-ascii');

            end
        end
        for kk=10:30

            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_BASE);
            MWh_LS=(X/100)*MWh_Pmax;

```

```

        h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en tres horas
        C=COMPRA_LS(C_BASE,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
elseif k==11 %Mes de NOVIEMBRE(2
dígitos)

    for kk=1:9

        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_BASE);
        MWh_LS=(X/100)*MWh_Pmax;
        h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en tres horas a partes

iguales

        C=COMPRA_LS(C_BASE,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
    for kk=10:30

        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_BASE);
        MWh_LS=(X/100)*MWh_Pmax;
        h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en tres horas
        C=COMPRA_LS(C_BASE,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
end
end
end
toc

```

## Anexo E

- Anio17\_LS\_AC\_1.m

```

%%
%
%   FICHEROS COMPRA PARA AUTOCONSUMO+LOAD SHIFT NORMAL
%
%%

tic

%% Datos de partida (por orden de entrada en la funcion)
anio=2017; %Año que analizamos. Asegurarnos de que tenemos todos los ficheros del año que
queremos crear %Nombre asignado a los ficheros de las ventas
compra_base='COMPRA_2017'; %%COMPRA DEL CASO BASE
compra='COMPRA_AC7LS15_1_2017';%X será % de LS y % de AC
h_anadir_LS=[1 2 3 24]; %%horas en las que añado carga
h_reducir_LS=[19 20 21 22]; %% horas en las que quito carga
X_LS=1.5; %Tanto por ciento de desplazamiento de carga
X_AC=7;%%Tanto por ciento de autoconsumo
[~,num_h]=size(h_reducir_LS);
PERF_GEN_EST=load('PERF_GEN_EST.txt');
%% LÓGICA DE EJECUCIÓN
%Diferenciación de los nombres según el día del año
for k=1:12

    if k==1||k==2||k==12
        Perf_est=load('PERF_MED_INV_2017.txt');
        Perf_dem=Perf_est(:,3);
        Perf_gen=PERF_GEN_EST(:,5);
        [reducc_AC,~]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,X_AC);
    elseif k==3||k==4||k==5

```

```

Perf_est=load('PERF_MED_PRIM_2017.txt');
Perf_dem=Perf_est(:,3);
Perf_gen=PERF_GEN_EST(:,2);
[reducc_AC,~]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,X_AC);
elseif k==6||k==7||k==8
Perf_est=load('PERF_MED_VER_2017.txt');
Perf_dem=Perf_est(:,3);
Perf_gen=PERF_GEN_EST(:,3);
[reducc_AC,~]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,X_AC);
else
Perf_est=load('PERF_MED_OTO_2017.txt');
Perf_dem=Perf_est(:,3);
Perf_gen=PERF_GEN_EST(:,4);
[reducc_AC,~]=Extrapola(Perf_gen,Perf_dem,X_AC);
end

if k==1||k==3||k==5||k==7||k==8||k==10||k==12 %Meses con 31 días
    if k==1||k==3||k==5||k==7||k==8 %Meses de 31 días de
1 digito (ENERO, MARZO, MAYO, JULIO, AGOSTO)

        for kk=1:9

            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];

            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            x=24;
            C_AC=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);

            MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_AC);
            MWh_LS=(X_LS/100)*MWh_Pmax;
            h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en cuatro horas
            C=COMPRA_LS(C_AC,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
            save(ncompra,'C','-ascii');

        end
    for kk=10:31
        if k==3 && kk==26
            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];

            [C_BASE]=import_compra23(ncompra_base);
            x=23;
            C_AC=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);

            MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_AC);
            MWh_LS=(X_LS/100)*MWh_Pmax;
            h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en cuatro horas
            C=COMPRA_LS(C_AC,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
            save(ncompra,'C','-ascii');

        else
            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];

            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            x=24;
            C_AC=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);

            MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_AC);
            MWh_LS=(X_LS/100)*MWh_Pmax;
            h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en cuatro horas
            C=COMPRA_LS(C_AC,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
            save(ncompra,'C','-ascii');
        end
    end
elseif k==10||k==12 %Meses de 31 días de
OCTUBRE Y DICIEMBRE(2 dígitos)

        for kk=1:9

            ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            ncompra=[compra num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];

            [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
            x=24;

```

```

C_AC=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);

MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_AC);
MWh_LS=(X_LS/100)*MWh_Pmax;
h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en cuatro horas
C=COMPRA_LS(C_AC,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
save(ncompra,'C','-ascii');
end
for kk=10:31
    if (k==10 && kk==30) || (k==10 && kk==31)
        kk=kk+1;
    elseif k==10 && kk==29
        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];

        [C_BASE]=import_compra25(ncompra_base);
        x=24;
        C_AC=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);

        MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_AC);
        MWh_LS=(X_LS/100)*MWh_Pmax;
        h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en cuatro horas
        C=COMPRA_LS(C_AC,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
        save(ncompra,'C','-ascii');
    else
        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];

        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C_AC=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);

        MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_AC);
        MWh_LS=(X_LS/100)*MWh_Pmax;
        h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en cuatro horas
        C=COMPRA_LS(C_AC,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
        save(ncompra,'C','-ascii');
    end
end
elseif k==2 %Mes de FEBRERO 28
dias
    for kk=1:9

        ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];

        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C_AC=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);

        MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_AC);
        MWh_LS=(X_LS/100)*MWh_Pmax;
        h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en cuatro horas
        C=COMPRA_LS(C_AC,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
        save(ncompra,'C','-ascii');
    end
    for kk=10:28

        ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];

        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C_AC=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);

        MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_AC);
        MWh_LS=(X_LS/100)*MWh_Pmax;
        h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en cuatro horas
        C=COMPRA_LS(C_AC,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
        save(ncompra,'C','-ascii');
    end
elseif k==4 || k==6 || k==9 || k==11 %Meses con 30 Dias
    if k==4 || k==6 || k==9 %Meses con 30 Dias de
1 digito (ABRIL, JUNIO, SEPTIEMBRE)

```

```

for kk=1:9

    ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
    ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];

    [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
    x=24;
    C_AC=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);

    MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_AC);
    MWh_LS=(X_LS/100)*MWh_Pmax;
    h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en cuatro horas
    C=COMPRA_LS(C_AC,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
    save(ncompra,'C','-ascii');

end
for kk=10:30

    ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
    ncompra=[compra num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];

    [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
    x=24;
    C_AC=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);

    MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_AC);
    MWh_LS=(X_LS/100)*MWh_Pmax;
    h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en cuatro horas
    C=COMPRA_LS(C_AC,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
    save(ncompra,'C','-ascii');

end
elseif k==11 %Mes de NOVIEMBRE(2
dígitos)

    for kk=1:9

        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];

        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C_AC=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);

        MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_AC);
        MWh_LS=(X_LS/100)*MWh_Pmax;
        h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en cuatro horas
        C=COMPRA_LS(C_AC,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
    for kk=10:30

        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        ncompra=[compra num2str(k) num2str(kk) '.txt'];

        [C_BASE]=import_compra(ncompra_base);
        x=24;
        C_AC=COMPRA_AC(C_BASE,x,reducc_AC);

        MWh_Pmax=Leer_Pmax_LS(C_AC);
        MWh_LS=(X_LS/100)*MWh_Pmax;
        h_MWh_LS=(1/num_h)*MWh_LS;%En el caso que movamos carga en cuatro horas
        C=COMPRA_LS(C_AC,h_anadir_LS,h_reducir_LS,h_MWh_LS);
        save(ncompra,'C','-ascii');

    end
end
end
end
toc

```

## Anexo F

- EnergiasPrecios2017.m

```

%%
%
%   DATO DE RESUMEN PARA TODOS ESCENARIOS Y CASO BASE
%
%%

tic

%% Datos de partida (por orden de entrada en la funcion)
anio=2017;    %Año que analizamos. Asegurarnos de que tenemos todos los ficheros del año que
              %queremos crear
resumen='Resumen_2017';
Precio_Energ_h=[];
c=1;

%% LÓGICA DE EJECUCIÓN
%Diferenciación de los nombres según el día del año
for k=1:12
    if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 || k==10 || k==12    %Meses con 31 días
        if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8                %Meses de 31 días de 1 dígito (ENERO, MARZO,
MAYO, JULIO, AGOSTO)
            for kk=1:9

                filenameres=[resumen num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk)
'.txt'];
                [PrecioEN,~,EnergiaCEN,EnergiaVEN,~,~,EnergiaExpEN,~,WelfareN]=import_resumen_tod
o(filenameres);
                for j=1:24
                    Precio_Energ_h(c,1)=k;
                    Precio_Energ_h(c,2)=kk;
                    Precio_Energ_h(c,3)=j;
                    Precio_Energ_h(c,4)=PrecioEN(j); %Es el que interesa
                    Precio_Energ_h(c,5)=EnergiaCEN(j);
                    Precio_Energ_h(c,6)=EnergiaVEN(j); %Es la que me interesa
                    Precio_Energ_h(c,7)=EnergiaExpEN(j);
                    Precio_Energ_h(c,8)=PrecioEN(j)*EnergiaVEN(j);%Coste de generar esa energia,
me interesa
                    c=c+1;
                end
            end
        end
        for kk=10:31

            if k==3 && kk==26
                kk=kk+1;
            else
                filenameres=[resumen num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                [PrecioEN,~,EnergiaCEN,EnergiaVEN,~,~,EnergiaExpEN,~,WelfareN]=import_resumen_tod
o(filenameres);
                for j=1:24
                    Precio_Energ_h(c,1)=k;
                    Precio_Energ_h(c,2)=kk;
                    Precio_Energ_h(c,3)=j;
                    Precio_Energ_h(c,4)=PrecioEN(j); %Es el que interesa
                    Precio_Energ_h(c,5)=EnergiaCEN(j);
                    Precio_Energ_h(c,6)=EnergiaVEN(j); %Es la que me interesa
                    Precio_Energ_h(c,7)=EnergiaExpEN(j);
                    Precio_Energ_h(c,8)=PrecioEN(j)*EnergiaVEN(j);%Coste de generar esa energia,
me interesa
                    c=c+1;
                end
            end
        end
    elseif k==10 || k==12    %Meses de 31 días de OCTUBRE Y DICIEMBRE(2
dígitos)
        for kk=1:9

            filenameres=[resumen num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            [PrecioEN,~,EnergiaCEN,EnergiaVEN,~,~,EnergiaExpEN,~,WelfareN]=import_resumen_tod
o(filenameres);
            for j=1:24

```



# Análisis de Situaciones Futuras de Generación y Consumo en el Mercado Diario de Producción de Energía Eléctrica en España

---

```

        Precio_Energ_h(c,1)=k;
        Precio_Energ_h(c,2)=kk;
        Precio_Energ_h(c,3)=j;
        Precio_Energ_h(c,4)=PrecioEN(j); %Es el que interesa
        Precio_Energ_h(c,5)=EnergiaCEN(j);
        Precio_Energ_h(c,6)=EnergiaAVEN(j); %Es la que me interesa
        Precio_Energ_h(c,7)=EnergiaExpEN(j);
        Precio_Energ_h(c,8)=PrecioEN(j)*EnergiaAVEN(j);%Coste de generar esa energia,
me interesa
        c=c+1;
    end

end
for kk=10:31

    if (k==10 && kk==29) || (k==10 && kk==30) || (k==10 && kk==31)
        kk=kk+1;
    else
        filenameres=[resumen num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        [PrecioEN,~,EnergiaCEN,EnergiaAVEN,~,~,EnergiaExpEN,~,WelfareN]=import_resumen_todo
o(filenameres);
        for j=1:24
            Precio_Energ_h(c,1)=k;
            Precio_Energ_h(c,2)=kk;
            Precio_Energ_h(c,3)=j;
            Precio_Energ_h(c,4)=PrecioEN(j); %Es el que interesa
            Precio_Energ_h(c,5)=EnergiaCEN(j);
            Precio_Energ_h(c,6)=EnergiaAVEN(j); %Es la que me interesa
            Precio_Energ_h(c,7)=EnergiaExpEN(j);
            Precio_Energ_h(c,8)=PrecioEN(j)*EnergiaAVEN(j);%Coste de generar esa energia,
me interesa
            c=c+1;
        end
    end
end
elseif k==2 %Mes de FEBRERO 28 dias
    for kk=1:9

        filenameres=[resumen num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk)
'.txt'];
        [PrecioEN,~,EnergiaCEN,EnergiaAVEN,~,~,EnergiaExpEN,~,WelfareN]=import_resumen_todo(fi
lenameres);
        for j=1:24
            Precio_Energ_h(c,1)=k;
            Precio_Energ_h(c,2)=kk;
            Precio_Energ_h(c,3)=j;
            Precio_Energ_h(c,4)=PrecioEN(j); %Es el que interesa
            Precio_Energ_h(c,5)=EnergiaCEN(j);
            Precio_Energ_h(c,6)=EnergiaAVEN(j); %Es la que me interesa
            Precio_Energ_h(c,7)=EnergiaExpEN(j);
            Precio_Energ_h(c,8)=PrecioEN(j)*EnergiaAVEN(j);%Coste de generar esa energia,
me interesa
            c=c+1;
        end
    end
    for kk=10:28

        filenameres=[resumen num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        [PrecioEN,~,EnergiaCEN,EnergiaAVEN,~,~,EnergiaExpEN,~,WelfareN]=import_resumen_todo(fi
lenameres);
        for j=1:24
            Precio_Energ_h(c,1)=k;
            Precio_Energ_h(c,2)=kk;
            Precio_Energ_h(c,3)=j;
            Precio_Energ_h(c,4)=PrecioEN(j); %Es el que interesa
            Precio_Energ_h(c,5)=EnergiaCEN(j);
            Precio_Energ_h(c,6)=EnergiaAVEN(j); %Es la que me interesa
            Precio_Energ_h(c,7)=EnergiaExpEN(j);
            Precio_Energ_h(c,8)=PrecioEN(j)*EnergiaAVEN(j);%Coste de generar esa energia,
me interesa
            c=c+1;
        end
    end
end
elseif k==4 || k==6 || k==9 || k==11 %Meses con 30 Dias
    if k==4 || k==6 || k==9 %Meses con 30 Dias de 1 digito (ABRIL, JUNIO,
SEPTIEMBRE)

```

```

        for kk=1:9
            filenameres=[resumen num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk)
            '.txt'];
            [PrecioEN,~,EnergiaCEN,EnergiaVEN,~,~,EnergiaExpEN,~,WelfareN]=import_resumen_tod
o(filenameres);
            for j=1:24
                Precio_Energ_h(c,1)=k;
                Precio_Energ_h(c,2)=kk;
                Precio_Energ_h(c,3)=j;
                Precio_Energ_h(c,4)=PrecioEN(j); %Es el que interesa
                Precio_Energ_h(c,5)=EnergiaCEN(j);
                Precio_Energ_h(c,6)=EnergiaVEN(j); %Es la que me interesa
                Precio_Energ_h(c,7)=EnergiaExpEN(j);
                Precio_Energ_h(c,8)=PrecioEN(j)*EnergiaVEN(j);%Coste de generar esa energia,
me interesa
                c=c+1;
            end

        end
        for kk=10:30

            filenameres=[resumen num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            [PrecioEN,~,EnergiaCEN,EnergiaVEN,~,~,EnergiaExpEN,~,WelfareN]=import_resumen_tod
o(filenameres);
            for j=1:24
                Precio_Energ_h(c,1)=k;
                Precio_Energ_h(c,2)=kk;
                Precio_Energ_h(c,3)=j;
                Precio_Energ_h(c,4)=PrecioEN(j); %Es el que interesa
                Precio_Energ_h(c,5)=EnergiaCEN(j);
                Precio_Energ_h(c,6)=EnergiaVEN(j); %Es la que me interesa
                Precio_Energ_h(c,7)=EnergiaExpEN(j);
                Precio_Energ_h(c,8)=PrecioEN(j)*EnergiaVEN(j);%Coste de generar esa energia,
me interesa
                c=c+1;
            end

        end
        elseif k==11 %Mes de NOVIEMBRE(2 dígitos)
            for kk=1:9

                filenameres=[resumen num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                [PrecioEN,~,EnergiaCEN,EnergiaVEN,~,~,EnergiaExpEN,~,WelfareN]=import_resumen_tod
o(filenameres);
                for j=1:24
                    Precio_Energ_h(c,1)=k;
                    Precio_Energ_h(c,2)=kk;
                    Precio_Energ_h(c,3)=j;
                    Precio_Energ_h(c,4)=PrecioEN(j); %Es el que interesa
                    Precio_Energ_h(c,5)=EnergiaCEN(j);
                    Precio_Energ_h(c,6)=EnergiaVEN(j); %Es la que me interesa
                    Precio_Energ_h(c,7)=EnergiaExpEN(j);
                    Precio_Energ_h(c,8)=PrecioEN(j)*EnergiaVEN(j);%Coste de generar esa energia,
me interesa
                    c=c+1;
                end

            end
            for kk=10:30

                filenameres=[resumen num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                [PrecioEN,~,EnergiaCEN,EnergiaVEN,~,~,EnergiaExpEN,~,WelfareN]=import_resumen_tod
o(filenameres);
                for j=1:24
                    Precio_Energ_h(c,1)=k;
                    Precio_Energ_h(c,2)=kk;
                    Precio_Energ_h(c,3)=j;
                    Precio_Energ_h(c,4)=PrecioEN(j); %Es el que interesa
                    Precio_Energ_h(c,5)=EnergiaCEN(j);
                    Precio_Energ_h(c,6)=EnergiaVEN(j); %Es la que me interesa
                    Precio_Energ_h(c,7)=EnergiaExpEN(j);
                    Precio_Energ_h(c,8)=PrecioEN(j)*EnergiaVEN(j);%Coste de generar esa energia,
me interesa
                    c=c+1;
                end

            end
        end
    end
end

```

```

end
end
%Descomentar solo aquella línea donde deseemos guardar la matriz EnergiaPrecioAnio
%en función del caso de donde procedan los ficheros Resumen.

save('BASE.txt','Precio_Energ_h','-ascii');
%PARA EL RESTO DE ESCENARIOS SERA CAMBIAR EL NOMBRE DEL FICHERO DE SALIDA
%"BASE.TXT" A "AC_10%.TXT" POR EJEMPLO
toc

```

## • OfertaInstrumental.m

```

tic

%% Datos de partida (por orden de entrada en la funcion)
anio=2017; %Año que analizamos. Asegurarnos de que tenemos todos los ficheros del año que
queremos crear
compra_base='COMPRA_2017';
Of_Instr_H=[];
cont=0;
cont=1;
%% LÓGICA DE EJECUCIÓN
%Diferenciación de los nombres según el día del año
for k=1:12

    if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 || k==10 || k==12 %Meses con 31 días
        if k==1 || k==3 || k==5 || k==7 || k==8 %Meses de 31 días de
            1 dígito (ENERO, MARZO, MAYO, JULIO, AGOSTO)

                for kk=1:9

                    ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
                    compra=load(ncompra_base);
                    [f,c]=size(compra);
                    c=c-6;
                    for i=3:50:c %recorre de hora en hora
                        auxh=0;
                        for j=i:2:(i+48)
                            for z=1:f
                                if compra(z,j)==180.3
                                    auxh=auxh+compra(z,j+1);
                                end
                            end
                        end
                        Of_Instr_H(cont)=auxh;
                        cont=cont+1;
                    end
                end
            for kk=10:31
                if (k==3 && kk==26)
                    kk=kk+1;
                else
                    ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
                    compra=load(ncompra_base);
                    [f,c]=size(compra);
                    c=c-6;
                    for i=3:50:c %recorre de hora en hora
                        auxh=0;
                        for j=i:2:(i+48)
                            for z=1:f
                                if compra(z,j)==180.3
                                    auxh=auxh+compra(z,j+1);
                                end
                            end
                        end
                        Of_Instr_H(cont)=auxh;
                        cont=cont+1;
                    end
                end
            end
        elseif k==10 || k==12 %Meses de 31 días de
            OCTUBRE Y DICIEMBRE(2 dígitos)

                for kk=1:9

                    ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];

```

```

        compra=load(ncompra_base);
        [f,c]=size(compra);
        c=c-6;
        for i=3:50:c %recorre de hora en hora
            auxh=0;
            for j=i:2:(i+48)
                for z=1:f
                    if compra(z,j)==180.3
                        auxh=auxh+compra(z,j+1);
                    end
                end
            end
            Of_Instr_H(cont)=auxh;
            cont=cont+1;
        end

    end
    for kk=10:31
        if (k==10 && kk==29) || (k==10 && kk==30) || (k==10 && kk==31)
            kk=kk+1;
        else
            ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            compra=load(ncompra_base);
            [f,c]=size(compra);
            c=c-6;
            for i=3:50:c %recorre de hora en hora
                auxh=0;
                for j=i:2:(i+48)
                    for z=1:f
                        if compra(z,j)==180.3
                            auxh=auxh+compra(z,j+1);
                        end
                    end
                end
            end
            Of_Instr_H(cont)=auxh;
            cont=cont+1;
        end
    end
end
elseif k==2 %Mes de FEBRERO 28
    dias

    for kk=1:9

        ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
        compra=load(ncompra_base);
        [f,c]=size(compra);
        c=c-6;
        for i=3:50:c %recorre de hora en hora
            auxh=0;
            for j=i:2:(i+48)
                for z=1:f
                    if compra(z,j)==180.3
                        auxh=auxh+compra(z,j+1);
                    end
                end
            end
            Of_Instr_H(cont)=auxh;
            cont=cont+1;
        end

    end
    for kk=10:28

        ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        compra=load(ncompra_base);
        [f,c]=size(compra);
        c=c-6;
        for i=3:50:c %recorre de hora en hora
            auxh=0;
            for j=i:2:(i+48)
                for z=1:f
                    if compra(z,j)==180.3
                        auxh=auxh+compra(z,j+1);
                    end
                end
            end
        end
    end
end

```

```

        end
        Of_Instr_H(cont)=auxh;
        cont=cont+1;
    end

    end
elseif k==4 || k==6 || k==9 || k==11 %Meses con 30 Dias
    if k==4 || k==6 || k==9 %Meses con 30 Dias de
1 dígito (ABRIL, JUNIO, SEPTIEMBRE)

        for kk=1:9

            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            compra=load(ncompra_base);
            [f,c]=size(compra);
            c=c-6;
            for i=3:50:c %recorre de hora en hora
                auxh=0;
                for j=i:2:(i+48)
                    for z=1:f
                        if compra(z,j)==180.3
                            auxh=auxh+compra(z,j+1);
                        end
                    end
                end
                Of_Instr_H(cont)=auxh;
                cont=cont+1;
            end

        end
        for kk=10:30

            ncompra_base=[compra_base num2str(0) num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
            compra=load(ncompra_base);
            [f,c]=size(compra);
            c=c-6;
            for i=3:50:c %recorre de hora en hora
                auxh=0;
                for j=i:2:(i+48)
                    for z=1:f
                        if compra(z,j)==180.3
                            auxh=auxh+compra(z,j+1);
                        end
                    end
                end
                Of_Instr_H(cont)=auxh;
                cont=cont+1;
            end

        end

    end
elseif k==11 %Mes de NOVIEMBRE(2
dígitos)

        for kk=1:9

            ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(0) num2str(kk) '.txt'];
            compra=load(ncompra_base);
            [f,c]=size(compra);
            c=c-6;
            for i=3:50:c %recorre de hora en hora
                auxh=0;
                for j=i:2:(i+48)
                    for z=1:f
                        if compra(z,j)==180.3
                            auxh=auxh+compra(z,j+1);
                        end
                    end
                end
                Of_Instr_H(cont)=auxh;
                cont=cont+1;
            end

        end

    end
    for kk=10:30

        ncompra_base=[compra_base num2str(k) num2str(kk) '.txt'];
        compra=load(ncompra_base);

```

---

```
[f,c]=size(compra);
c=c-6;
for i=3:50:c %recorre de hora en hora
    auxh=0;
    for j=i:2:(i+48)
        for z=1:f
            if compra(z,j)==180.3
                auxh=auxh+compra(z,j+1);
            end
        end
    end
    Of_Instr_H(cont)=auxh;
    cont=cont+1;
end
end
end
end
tr=Of_Instr_H';
save('Of_Instr_h.txt','tr','-ascii');
toc
```